This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

600015211G

PRESS S. 114.
SHELF 13.
Nº 15.

1653 d 27

LEHRBUCH

DER

GEWEBELEHRE.

LEHRBUCH

DER

GEWEBELEHRE

MIT VORZUGSWEISER BERÜCKSICHTIGUNG DES MENSCHLICHEN KÖRPERS

BEARBEITET

VON

Dr. CARL TOLDT,

O. Ö. PROFESSOR DER ANATOMIE IN PRAG.

MIT 127 ABBILDUNGEN IN HOLZSCHNITT.

STUTTGART.
VERLAG VON FERDINAND ENKE.
1877.

n Lehrbuches hatte ich
direnden, welche mit dem
des Körpers dem feineren
eignete Grundlage zu bieten,
uf Erfolg unternehmen und
e ich die Materie ausgewählt
sentlichen den Gang der Dar-

buch, das eine vielseitig durch-
ade hat, in die Hand nehmen,
atsachen, oder durchaus originelle
erste Aufgabe eines solchen wird
owohl im Allgemeinen, als auch im
ersichtliches Bild von dem jeweiligen
Wissens vorzuhalten. Habe ich dieser
Lernende an ein Lehrbuch zu stellen
leistet, so ist das mir vorgesteckte Ziel

uch hoffen, dass der erfahrene Fachgenosse in
s Buches die selbstthätige Forschung des Ver-
ird, wenn auch die Ergebnisse derselben nur in
weck entsprechenden, knappen Form mitgetheilt
er Gebühr in den Vordergrund gestellt worden sind.
erschöpfende Verwerthung der Literatur, sowie auf
liche Erörterung der zahlreichen controversen Fragen
gemäss verzichtet werden; doch sind die wichtigsten

Alle Rechte vorbehalten.

Druck von Gebrüder Kröner in Stuttgart.

Vorwort.

Bei der Bearbeitung des vorliegenden Lehrbuches hatte ich zunächst den Zweck vor Augen, den Studirenden, welche mit dem Mikroskop in der Hand die Bestandtheile des Körpers dem feineren Bau nach kennen lernen wollen, eine geeignete Grundlage zu bieten, auf der sie ihre Arbeit mit Aussicht auf Erfolg unternehmen und durchführen könnten. Demgemäss habe ich die Materie ausgewählt und umgrenzt, darnach auch im Wesentlichen den Gang der Darstellung eingerichtet.

Niemand wird wohl ein Lehrbuch, das eine vielseitig durchgearbeitete Disciplin zum Gegenstande hat, in die Hand nehmen, um darin eine Fülle von neuen Thatsachen, oder durchaus originelle Anschauungen zu suchen. Die erste Aufgabe eines solchen wird es immer sein, dem Anfänger sowohl im Allgemeinen, als auch im Einzelnen ein klares und übersichtliches Bild von dem jeweiligen Stand und Umfang unseres Wissens vorzuhalten. Habe ich dieser Anforderung, welche der Lernende an ein Lehrbuch zu stellen berechtiget ist, Genüge geleistet, so ist das mir vorgesteckte Ziel nicht verfehlt.

Ich darf aber auch hoffen, dass der erfahrene Fachgenosse in keinem Kapitel dieses Buches die selbstthätige Forschung des Verfassers vermissen wird, wenn auch die Ergebnisse derselben nur in einer dem Lehrzweck entsprechenden, knappen Form mitgetheilt und nirgends über Gebühr in den Vordergrund gestellt worden sind.

Auf eine erschöpfende Verwerthung der Literatur, sowie auf eine ausführliche Erörterung der zahlreichen controversen Fragen musste naturgemäss verzichtet werden; doch sind die wichtigsten

von den letzteren in objektiver Weise auseinandergesetzt, und dem eigenen Urtheil des Verfassers stets auch eigene, gewissenhafte Untersuchungen zu Grunde gelegt.

Für die Beschreibung der einzelnen Körperbestandtheile sind, soweit es anging, menschliche Objekte als Substrat benützt worden; nur wenn diese nicht ausreichten, wurden die Wirbelthiere mit herangezogen. Entwicklungsgeschichtliche und vergleichend-histologische Notizen habe ich dort eingefügt, wo sie besonders geeignet schienen, Plan und Durchführung der baulichen Verhältnisse zu beleuchten oder zu erklären.

Von dem ursprünglichen Vorhaben, einen besonderen Abschnitt des Buches der histologischen Methodik zu widmen, glaubte ich mit Rücksicht auf den allzu grossen Umfang, welchen dasselbe dadurch erhalten haben würde, abstehen zu sollen. Ich habe mich darauf beschränkt, in den einzelnen Kapiteln kurze Bemerkungen über die zweckmässigste Art der Behandlung der Objekte einzuschalten.

Die beigegebenen Abbildungen sind zumeist Originale, von Herrn Dr. *Julius Heitzmann* naturgetreu gezeichnet. Die dankenswerthe Sorgfalt, welche der Herr Verleger auf ihre Ausführung verwendet hat, darf der allgemeinen Anerkennung sicher sein.

Ich erachte es nun noch für nothwendig, die Bemerkung beizufügen, dass die erste Hälfte des Buches schon zu Ostern des vergangenen Jahres druckfertig war; aus diesem Grunde sind in den betreffenden Kapiteln die seither bekannt gewordenen Fortschritte unserer Wissenschaft ohne Berücksichtigung geblieben.

Prag im Juni 1877.

Der Verfasser.

Inhalts-Verzeichniss.

Seite

Einleitung 1

I. Abschnitt.

Von den Baumitteln des Körpers.

A. Die thierische Zelle. S. 6—104.

Allgemeine Zellenlehre. S. 6—36.

Morphologische Eigenschaften der Zellen 7

Zellkörper 8

Zellkern 9

Zellmembran 11

Form und Grösse der Zellen 12

Vitale Eigenschaften der Zellen 14

Stoffwechsel der Zellen 15

Bewegungserscheinungen an den Zellen 19

Entstehung und Fortpflanzung der Zellen 25

Wachsthum der Zellen 30

Bedeutung der einzelnen Zellbestandtheile 33

Gegenseitige Beziehungen der Zellen 35

Die Zellen — ihre Abarten und Derivate. S. 36—104.

1. Die lymphoiden Zellen 36

Lymphzellen 38

Farblose Blutzellen 38

Wanderzellen 40

Die lymphoiden Zellen des adenoiden Gewebes 41

Die lymphoiden Zellen des Knochenmarkes 42

Die Speichelkörperchen 43

Seite

2. Die farbigen Blutzellen 44
3. Die Epithelial- und Drüsenzellen 57
4. Die Bindesubstanzzellen 66
5. Die Fettgewebszellen 70
6. Die Muskelfasern 75
Die glatten Muskelfasern 75
Die quergestreiften Muskelfasern 77
7. Die Nervenfasern 89
Die markhaltigen Nervenfasern 91
Die marklosen Nervenfasern 97
8. Die Ganglienzellen 100

B. Von den Intercellularsubstanzen. S. 104—117.

Die 1. Gruppe der Zwischensubstanzen 105
Die gallertartige Zwischensubstanz 105
Die Substanz des hyalinen Knorpels 106
Die leimgebende Substanz des Bindegewebes 106
Die elastische Substanz 109
Die Zwischensubstanz der Knochen 110
Die 2. Gruppe der Zwischensubstanzen (Kittsubstanz) 112
Die 3. Gruppe der Zwischensubstanzen 112
Die Grundmembranen 112
Die Membranae propriae 113
Die Cuticularbildungen 113
Herkunft und Entwicklung der Zwischensubstanzen 113
Lebenserscheinungen der Zwischensubstanzen 116

II. Abschnitt.

Von dem Aufbau der Körperbestandtheile.

I. Kapitel. Der allgemeine Stütz- und Bindeapparat des Körpers. S. 118—180.

Das Bindegewebe 120
Das fibrilläre Bindegewebe 120
Das gallertartige Bindegewebe 132
Das reticuläre Bindegewebe 133
Der Knorpel 136
Der hyaline Knorpel 137
Der Netzknorpel 148
Der Bindegewebsknorpel 150

Seite
Der Knochen 152
Die Entstehung und das Wachsthum der Knochen 165
Anhang. Das Fettgewebssystem 176

II. Kapitel. Der active Bewegungsapparat. S. 180—186.

Die Muskulatur mit quergestreiften Elementen 180
Die Muskulatur mit glatten Elementen 185

III. Kapitel. Der Nervenapparat. S. 187—238.

Das Rückenmark 188
Nervöse Elemente des Rückenmarkes 190
Die bindegewebige Stützsubstanz des Rückenmarkes 196
Das Gehirn 198
Die Grosshirnrinde 203
Die grossen Gehirnganglien 207
Das Ursprungsgebiet der Hirnnerven 207
Die Rinde des Kleinhirnes 211
Die Hypophysis cerebri 212
Die Zirbeldrüse 212
Hüllen des Gehirnes und Rückenmarkes 213
Die peripheren Nerven 217
Die Ganglien 221
Die peripheren Endigungen der Nerven 225
Endigungen der motorischen Nerven 225
Endigungen der sensiblen Nerven 230
Die Tastzellen 231
Die Meissner'schen Tastkörperchen 231
Die Krause'schen Endkolben 233
Die Vater'schen Körperchen 235

IV. Kapitel. Der Circulationsapparat. S. 239—313.

Das Blutgefässsystem 239
Das Herz 241
Die Arterien 245
Die Venen 257
Die Capillargefässe 261
Anhang: Steissdrüse und Carotisdrüse 270
Das Lymphgefässsystem 271
Die Lymphgefässe 274
Die Lymphsinus 277
Das Verhältniss der Lymphgefässe zu den sie umgebenden Geweben 284
Das adenoide Gewebe und seine Formationen 289
Die Lymphknoten 294
Die Thymus 302
Die Milz 305

Seite

V. Kapitel. Der Verdauungsapparat. S. 314—419.

Einleitung. Allgemeines über Schleimhäute und Drüsen.
Der bindegewebige Antheil der Schleimhäute 314
Das Epithelium 318
Die Drüsen 325
Die Wandungen der Mundhöhle 336
Die Zähne 341
Die Zunge 352
Der Schlundkopf und die Speiseröhre 364
Der Magen 367
Der Darm 373
Die Blutgefässe des Magens und Darmes 384
Die Lymphgefässe des Magens und Darmes 387
Die Nerven des Magens und Darmes 388
Die Speicheldrüsen 389
Die Leber 396
Das Bauchfell 417

VI. Kapitel. Der Athmungsapparat. S. 419—434.

Der Kehlkopf 420
Die Luftröhre 422
Die Lungen 423
Anhang: Die Schilddrüse 433

VII. Kapitel. Der uropoëtische Apparat. S. 434—462.

Die Nieren 434
Die ableitenden Harnwege 451
Die Ureteren 451
Die Harnblase 453
Die Harnröhre 456
Anhang. Die Nebenniere 459

VIII. Kapitel. Der Geschlechtsapparat. S. 463—506.

Einleitende und entwicklungsgeschichtliche Bemerkungen 463
Die männlichen Geschlechtswerkzeuge 466
Das männliche Geschlechtsprodukt (Samen) 466
Die männlichen Geschlechtsdrüsen 469
Die ableitenden Samenwege 477
Die Nebenhoden 477
Die Samenleiter 477
Die Samenblasen 478
Die Ductus ejaculatorii 479
Paradidymis, Vas aberrans, Hydatiden 479
Glandula prostatica 480
Die Cowper'schen Drüsen 483
Die Corpora cavernosa des Penis und der Urethra 483

Seite

Die weiblichen Geschlechtswerkzeuge 487
Das weibliche Geschlechtsprodukt (das Ei) 487
Die weiblichen Geschlechtsdrüsen 489
Epoophoron und Paroophoron 497
Die Eileiter 497
Die Gebärmutter 499
Die Scheide und die äusseren weiblichen Genitalien 504

IX. Kapitel. Die äussere Haut. S. 506—544.

Die Lederhaut 507
Die Epidermis 513
Die Nägel 515
Die Haare 518
Die Talgdrüsen 529
Die Schweissdrüsen 532
Die Blutgefässe der Haut 534
Die Lymphgefässe der Haut 536
Die Nerven der Haut 537
Anhang: Die Milchdrüse 538

X. Kapitel. Die Sinnesapparate. S. 544—642.

Der Sehapparat.

Sehnerv und Augapfel 545
Der Sehnerv 545
Die weisse Augenhaut 549
Die Hornhaut 552
Die Aderhaut 558
Die Regenbogenhaut 564
Die Netzhaut 567
Der Glaskörper 585
Die Krystalllinse 586
Die Zonula ciliaris 589
Die Blutgefässe des Augapfels 591
Die Lymphbahnen des Augapfels 598
Die Nerven des Augapfels 600
Accessorische Bestandtheile des Sehapparates 603
Die Bindehaut 603
Die Lider 604
Thränendrüse, Thränenröhrchen, Thränensack 610

Der Gehörapparat.

Innere Sphäre des Gehörapparates 612
Die Vorhofssäckchen und die häutigen Bogengänge 612
Die Schnecke 616
Blutgefässe 626
Lymphbahnen 628

Seite

Mittlere Sphäre des Gehörapparates 629
Die Trommelhöhle 629
Die Ohrtrompete 630
Blutgefässe, Lymphgefässe, Nerven 632
Aeussere Sphäre des Gehörapparates 633
Das Trommelfell 633
Der äussere Gehörgang 634
Die Ohrmuschel 635
Blutgefässe, Lymphgefässe, Nerven 635

Der Geruchsapparat.

Die Regio olfactoria der Nasenhöhle 636
Die Regio respiratoria der Nasenhöhle 640
Die Nebenhöhlen der Nase 641
Blutgefässe, Lymphgefässe, Nerven 641

Einleitung.

*Die Gewebelehre — Histologie**) — hat mit Rücksicht auf thierische Organismen die Aufgabe, den feineren Bau der einzelnen Theile derselben, und die Eigenschaften ihrer Baumittel, soweit sie durch die mikroskopische Beobachtung erkannt werden können, darzulegen. Ebenso wie die anatomische Forschung den Gesammt-Organismus in seine Abschnitte und Bestandtheile zerlegt, dieselben im Einzelnen nach Form und Beschaffenheit untersucht, ihre gegenseitigen Beziehungen ermittelt, und endlich klar zu stellen trachtet, wie dieselben zum Aufbau des Gesammtkörpers zusammentreten — ganz analoge Ziele verfolgt die Gewebelehre mit Bezug auf die einzelnen Bestandtheile des Organismus selbst. Sie unternimmt es, einen jeden derselben in eine Anzahl kleinster, dem freien Auge nicht mehr wahrnehmbarer Formelemente — *Elementartheile* — zu zerlegen, an diesen die Gestalt, die physikalischen und chemischen Charaktere zu untersuchen, die Gesetze ausfindig zu machen, nach welchen sie zu einander geordnet sind, und endlich die innere Organisation eines jeden Körperbestandtheiles aufzudecken. Insoweit sind die Objekte der Gewebelehre die Bestandtheile des todten Organismus, sie selbst aber eine wahre *mikroskopische Anatomie.* Sie hat nach dieser Richtung hin die *Morphologie, Terminologie* und

*) Der Ausdruck Histologie ist zuerst von C. Mayer (1819) gebraucht worden; er stammt von dem griechischen ὁ ἱστός — der Mastbaum, das Segel, das Gewebe überhaupt. Da die Griechen auch das Diminutivum τὸ ἱστιον in dem letzteren Sinne in Gebrauch hatten, so wird von Einigen dieses als Stammwort betrachtet und Histiologie geschrieben.

Topographie der Elementartheile in's Auge zu fassen und schliesst ab mit der Lehre von dem *Aufbau* der Bestandtheile des Körpers.

Allein gleichwie eine wissenschaftliche Behandlung der Anatomie sich unmöglich auf die Beschreibung von Form- und Lage-Verhältnissen allein beschränken kann, vielmehr die Gestaltung und Anordnung der Körpertheile stets mit Rücksicht auf ihre physiologische Funktion in's Auge fassen muss, nicht minder erstreckt sich die Aufgabe der Histologie weit hinaus über morphologische und topographische Erörterungen.

Nachdem man einmal erkannt hatte, dass die Elementartheile, so lange sie sich in lebensfähigem Zustande befinden, gewisse mikroskopisch wahrnehmbare Eigenschaften besitzen, welche sie mit dem Absterben verlieren, nachdem man ferner in Erfahrung gebracht hatte, dass während gewisser physiologischer Zustände innerhalb der Elementartheile ganz bestimmte mikroskopisch nachweisbare Veränderungen sich abspielen — mit einem Worte, seitdem man gelernt hatte, die *vitalen* Eigenschaften der Elementartheile zu studiren, von dieser Zeit an erweiterte sich die Aufgabe der Gewebelehre ganz erheblich und die mikroskopische Beobachtung musste mit dem physiologischen Experiment in Verbindung gebracht werden. So ist denn heute die Histologie nicht nur im Stande, dem Anatomen durch Aufdeckung des feineren Baues der einzelnen Körperbestandtheile werthvolle Anhaltspunkte zur Beurtheilung ihrer makroskopischen Eigenschaften an die Hand zu geben, sondern auch für die Physiologie ist sie bereits eine reiche Fundgrube wichtiger, die Lebensvorgänge beleuchtender und erklärender Thatsachen geworden.

Die durch mikroskopische Untersuchung erkennbaren Elementartheile sind die Baumittel, mit Hülfe welcher das ganze Gebäude des Thierkörpers hergestellt ist. Sie sind es, deren Beschaffenheit, Gruppirung und Fügung das äussere Aussehen und die physikalischen Charaktere der Körperbestandtheile in erster Linie bedingen. Sie sind es aber auch, welche vermöge ihrer chemischen und vitalen Eigenschaften die physiologische Dignität der Körperbestandtheile begründen, welche jeden einzelnen derselben befähigen in einer ganz bestimmten Weise und mit eigenartigen Verrichtungen zu dem Gesammtleben des thierischen Körpers beizutragen. Die Erkenntniss dieser Bau-

mittel und die Erforschung ihrer Eigenschaften wird uns daher zunächst beschäftigen. Die bis zu dem heutigen Tage gewonnenen Erfahrungen zahlreicher Forscher haben übereinstimmend dargethan, dass es der den Organismus zusammensetzenden Baumittel verhältnissmässig nur wenige Arten gibt, und dass die grosse Mannigfaltigkeit in den physikalischen und vitalen Eigenschaften der Körperbestandtheile durch gewisse Modifikationen der Baumittel, durch ihre relative Menge und verschiedene Gruppirung erreicht worden ist. Soweit wir den Thierkörper zu untersuchen, soweit wir in das Detail seines Aufbaues einzudringen vermögen — die letzten Formelemente seiner scheinbar so heterogenen Bestandtheile lassen sich ohne Zwang auf einige wenige Grundformen zurückführen. Und so wie der ganze complicirte Organismus seine erste Anlage einem einfachen, primitiven Gebilde — dem *Ei* — verdankt und sich allmälig aus ihm heraus entwickelt, ebenso ist es *ein* Formelement — *die thierische Zelle,* — welche in ihren verschiedenen Abarten bleibend die wesentliche Grundlage für alle seine Bestandtheile darstellt. Wir begegnen aber unter den Baumitteln des thierischen Körpers auch Formationen, welche wir, so wie sie sich uns präsentiren, nicht mehr unter dem Begriff der Zelle subsumiren können, welche allerwärts zwischen den zelligen Elementen eingefügt sind, und da mit grösserer, dort mit geringerer Massenentfaltung auftreten. Sie werden mit dem Ausdruck *Zwischensubstanzen — Intercellularsubstanzen* — zusammengefasst.

Indem sich die elementaren Baumittel in gesetzmässiger Weise aneinander lagern, und zwar so, dass zunächst immer gleichartige oder doch wenigstens ihrer Abkunft oder Verrichtung nach zusammengehörige Elemente zu einem einheitlichen Gefüge sich ordnen, entstehen die *thierischen Gewebe.* Der Ausdruck *Gewebe — Textura* — bezieht sich zunächst nur auf die typische Anordnung bestimmter elementarer Baumittel und auf die daraus resultirende Beschaffenheit eines Körpertheiles. Mit Rücksicht auf das histologische System ist jedoch der Begriff des Gewebes viel enger — allerdings von den verschiedenen Autoren nicht übereinstimmend — umgrenzt worden. Es ist nemlich eine lange gekannte, durch *Bichat* zuerst wissenschaftlich verwerthete Thatsache, dass gleichartige oder verwandte Elementartheile sich in gesetzmässiger Weise zu bestimmten Formationen vereinigen, welche entweder eine gewisse morphologische Selbständigkeit besitzen, oder auch zum Aufbau der verschiedensten

Körperbestandtheile beitragen können. Solche, gewissermassen primäre Formationen der Elementartheile nennt man Gewebe. Man spricht so von einem Knochengewebe, Drüsengewebe, Nervengewebe u. s. w., indem man damit ausdrücken will, dass die Baumittel, welche den Knochen zum Knochen, die Drüse zur Drüse stempeln, in dieser oder in jener Weise gefügt seien. Man hat dabei einzig und allein die für die Classifikation der Körperbestandtheile massgebenden Formelemente im Auge, ohne Rücksicht darauf, ob sie wirklich im Stande seien, für sich allein einen solchen zu formen. Wir sehen indess, dass bei dem Aufbau der verschiedenen Körperbestandtheile meistentheils mehrere, verschiedenartige Gewebe gleichzeitig, man darf wohl auch sagen gleichberechtigt, betheiligt sind. Denn wenn auch einem jeden Gewebe eine seiner Zusammensetzung und seinen Eigenschaften entsprechende, bestimmte Verrichtung zukommt, so ist doch der regelrechte Ablauf derselben immer nur durch geeignetes Zusammenwirken mehrerer Gewebsformen ermöglicht.

Es gibt zwar einzelne in gewisser Beziehung selbständige Bestandtheile des Körpers, welchen mit Recht der Charakter einfacher Gewebe zugeschrieben wird, d. h. es concurriren bei ihrem Aufbau nur gleichwerthige Elementartheile; es sind diess die Oberhäutchen, die Epithelialgebilde im Allgemeinen. Andere Körperbestandtheile — das Bindegewebe, der Knorpel, der Knochen, das adenoide Gewebe, bestehen ihrer grossen Masse nach und wesentlich aus Formationen, zu welchen zwar nicht ausschliesslich gleichwerthige, doch aber solche elementare Baumittel verwendet sind, welche durch ihre Abkunft in nächster gegenseitiger Beziehung stehen. Man kann daher noch immerhin von einem Knochengewebe u. s. w. sprechen; allein alle diese Formationen — mit Ausnahme des Knorpelgewebes — bilden niemals als solche für sich einen Körperbestandtheil, sie enthalten Blutgefässe, Nerven u. s. w. Ja der ganze Aufbau des Knochens ist so sehr von seinem Gehalte an Blutgefässen abhängig, dass er ohne die Berücksichtigung derselben geradezu unverständlich — weil unmöglich ist. Aehnlich verhält es sich mit dem Fettgewebe. Die charakteristischen Elemente desselben können niemals für sich allein ein Gewebe, noch viel weniger einen Körperbestandtheil bilden. Das was man gewöhnlich Fettgewebe nennt, besteht aus den Fettgewebszellen, einer verbindenden Zwischensubstanz und einer typischen Blutgefässausbreitung als gleich wesentlichen und unzertrennlichen Bestandtheilen. Noch viel weniger gibt es thatsächlich ein

Muskel- oder Nervengewebe in dem gebräuchlichen Sinne. Niemals bilden Muskelfasern oder Nervenfasern allein oder mit verwandten Elementen ein für sich bestehendes Gefüge, stets sind sie von einem anderartigen Gewebe — dem Bindegewebe auf das innigste durchflochten. Denkt man sich letzteres hinweggenommen, so ist der ganze Aufbau des Muskels oder Nerven zerstört, es bleibt kein Gewebe, sondern nur eine Anzahl isolirter Muskel- oder Nervenfasern zusammenhangslos zurück.

Diese hier nur kurz skizzirten Erwägungen haben mich veranlasst, von der gebräuchlichen Gliederung des histologischen Stoffes, wornach den »Geweben« ein besonderer Abschnitt gewidmet wird, abzugehen, und nach der Beschreibung der elementaren Baumittel sofort den Aufbau der einzelnen Körperbestandtheile zu behandeln. Bezüglich der letzteren schien es am zweckmässigsten, sie nach ihren Verrichtungen und nach ihrer functionellen Zusammengehörigkeit zu gruppiren, wie diess ganz allgemein üblich ist.

Als *Organ**) wird ein in sich abgeschlossener Körperbestandtheil bezeichnet, welcher aus verschiedenartigen Geweben zusammengesetzt und dadurch zu einer bestimmten thierischen Verrichtung befähigt ist. Da aber lange nicht alle Körperbestandtheile von bestimmtem Bau und bestimmter Verrichtung einen einheitlichen Formencomplex darstellen, vielmehr viele von ihnen auf die verschiedensten Körperregionen vertheilt sind, so ist der Begriff *System* eingeführt worden und man spricht von einem Muskelsystem, Bindegewebssystem, Blutgefässsystem u. s. w., worunter man die Gesammtheit der im Körper vorkommenden Muskeln, Bindegewebsformen, Blutgefässe u. s. w. zusammenfasst.

Das Zusammentreten von verschiedenen Organen mit Bestandtheilen der verschiedensten Systeme zu einer gemeinschaftlichen höheren Verrichtung gibt endlich den Anlass zur Unterscheidung sogenannter Apparate (Verdauungs-Apparat, Circulations-Apparat u. s. w.)

---

*) Ὄργανον, Werkzeug, von ἐργάζομαι, ich arbeite.

I. Abschnitt.

Von den Baumitteln des Körpers.

A. Die thierische Zelle.

I. Allgemeine Zellenlehre.

Es sind noch nicht 40 Jahre verflossen, als man sich, obwohl mit dem Gebrauche des Mikroskopes bereits wohl vertraut, nur äusserst mangelhafte Vorstellungen von den Elementartheilen des Körpers zu verschaffen verstand. Körnchen, Kügelchen, Schüppchen und Fäserchen, über deren Natur und Bedeutung die Ansichten sehr weit auseinandergingen, wurden als die kleinsten erkennbaren Theilchen des thierischen Körpers beschrieben. Erst den grossen Errungenschaften *Schleiden's* auf dem Gebiete der Pflanzenanatomie war es vorbehalten, den Anstoss zu geben für eine richtigere Erkenntniss auch in Betreff des Aufbaues des thierischen Organismus. *Th. Schwann,* auf den Erfahrungen *Schleiden's* über die pflanzliche Zelle fussend, entwickelte der erste im Jahre 1838 und 1839 bis in's kleinste Detail die Lehre, dass allen thierischen Bildungen die Zelle zur Grundlage diene. Sowie *Schwann* den Namen Zelle der Botanik entlehnte*), so hat er auch den Begriff derselben aus

*) Das Wort Zelle — cellula — gehörte auch schon dem Sprachschatze der alten Anatomen an, hatte aber bei ihnen einen ganz anderen Sinn. So schrieb ***Malpighi*** und nach ihm ***Albinus*** dem Bindegewebe einen zelligen, honigwabenähnlichen Bau zu (Textus cellulosus) und man bezeichnete als Zellen

der Pflanzenwelt fast unverändert auf den thierischen Organismus übertragen. Ihm war die thierische Zelle ein Bläschen, bestehend aus einer dünnen, durchsichtigen Haut als Hülle, einem flüssigen Inhalt und aus einem darin suspendirten kugeligen Gebilde, dem Kern. Alsbald verlegten sich die besten Kräfte auf die Prüfung und weitere Ausbildung der neuen Lehre, deren fundamentale Bedeutung sofort allgemein erkannt worden war. Und da zeigte es sich, namentlich in Folge der Untersuchungen von *Leydig, E. Brücke* und *M. Schultze,* dass die Bläschen-Natur dem eigentlichen Wesen der thierischen Zelle nicht im entferntesten entspreche. Was wir jetzt Zelle nennen, ist zwar morphologisch dasselbe Object, welches *Schwann* mit diesem Namen bezeichnet hatte, die Vorstellungen aber, welche wir derzeit in Bezug auf die Beschaffenheit und Bedeutung der Zellen besitzen, sind wesentlich andere geworden. Während für *Schwann* die Form — das kernhaltige Bläschen — den Begriff der Zelle gab, ist heute fast nur mehr die physiologische und entwicklungsgeschichtliche Bedeutung eines Elementartheiles dafür ausschlaggebend, ob wir ihn eine Zelle nennen oder nicht; die äussere Form ist dabei völlig zur Nebensache geworden.

Wir bezeichnen als Zelle ein kleinstes Formelement des thierischen Körpers, welches nicht nur räumlich begrenzt und in sich abgeschlossen, sondern auch im Stande ist, unter gewissen Bedingungen und bis zu einem gewissen Grade unabhängig von der Umgebung ein selbständiges Leben zu führen, sich zu ernähren, zu wachsen, sich fortzupflanzen. Indem so die Zelle als elementares Individuum zu allen jenen Functionen befähigt ist, welche im Grossen und Ganzen dem Thierkörper zukommen, kann sie mit vollstem Rechte nach *E. Brücke's* Vorgange als *Elementarorganismus* bezeichnet werden. Nach dieser Umgrenzung des Begriffes der thierischen Zelle, ist es klar, dass die Histologie dieselbe nach zweierlei Richtungen in's Auge fassen muss, zuerst nach der morphologischen Seite, dann aber in Beziehung auf ihre vitalen Eigenschaften.

Morphologische Eigenschaften der Zellen. Wenn man eine wohl charakterisirte Zelle unter dem Mikroskope bei hinreichender

---

jene Räume, welche in dem Bindegewebe entweder durch Aufblasen mit Luft entstehen, oder aber von vorneherein mit Fettzellengruppen ausgefüllt sind. Der Ausdruck Zellgewebe wird auch heute noch mitunter in diesem Sinne als gleichbedeutend mit Bindegewebe gebraucht.

Vergrösserung betrachtet, so fallen zunächst zwei Bestandtheile derselben in's Auge: der eine welcher die äussere Form und die Grösse der Zelle bedingt, heisst der *Zellkörper* oder *Zellleib*, der zweite ist in den ersteren eingeschlossen, also kleiner, scharf von der Substanz des Zellleibes gesondert und führt den Namen *Zellkern (nucleus)*. **Der Zellkörper** besteht aus einer weichen, an sich farblosen und homogenen, häufig aber von feinen Körnchen durchsetzten Substanz, welche mehr oder weniger scharf von der Umgebung abgegrenzt erscheint. Sie führt den Namen *Protoplasma*, welchen *H. v. Mohl* früher schon für den Inhalt der Pflanzenzelle gebraucht hatte oder nach *Kölliker Cytoplasma**). Beide diese Bezeichnungen deuten darauf hin, dass diese Substanz als die eigentliche Zellenbildnerin zu betrachten sei. Ueber die chemischen Eigenschaften des Protoplasma's ist nicht viel mehr bekannt, als dass es im Wasser unlöslich, jedoch leicht quellungsfähig ist, vorzüglich aus Eiweissstoffen, Wasser und Salzen besteht, und ausserdem in gewissen Fällen glycogene Substanz enthält. Die feinen in dem Protoplasma suspendirten Körnchen werden zumeist als aus Eiweiss bestehend betrachtet; dürften aber auch theilweise fettartiger Natur sein.

Es kommen jedoch sehr häufig Zellen zur Beobachtung, deren Leib neben dem Protoplasma noch besondere optisch differenzirte Bestandtheile enthält, als: Fetttröpfchen von verschiedener Grösse, Pigmentkörnchen, Kristalle u. s. w. Solche Zellen werden nach *Kölliker* als *diplasmatische* Zellen bezeichnet, im Gegensatze zu *monoplasmatischen*, deren Leib nur aus Protoplasma besteht. Nehmen diese eingelagerten Substanzen einen verhältnissmässig grossen Theil des Zellkörpers in Anspruch, so erhalten die Zellen nach ihnen besondere Bezeichnungen, als: Fettzellen, Pigmentzellen u. s. w. Mitunter findet man auch in dem Zellkörper kleinere oder grössere Tröpfchen einer homogenen, wässerigen oder schleimigen Flüssigkeit, welche von dem feinkörnigen Protoplasma durch einen scharfen Contour abgegrenzt sind; sie werden gemeiniglich als *Vacuolen* bezeichnet. An manchen Zellen gehen im Verlaufe ihres Lebens so eingreifende Veränderungen vor sich, dass das Protoplasma in ihnen nicht mehr zu erkennen ist, z. B. an den Zellen der Horngebilde, welche zu flachen und steifen Schüppchen oder Fasern

---

*) πρῶτον = zuerst; βλαστάνω keimen (transitiv hervorbringen); κύτος eigentlich die Hülle, aber auch ein hohler (bläschenartiger) Körper.

geworden sind, oder an den Muskelfasern, wo sich die complicirtesten Strukturverhältnisse entwickelt haben.

Der Zellkern ist entweder in der Mitte des Zellkörpers oder mehr weniger excentrisch gelagert, durch einen deutlichen, hie und da glänzenden Contour umgrenzt, meist von kugeliger, manchmal von ellipsoider Form, in einzelnen Fällen sehr in die Länge gestreckt (stäbchenförmig) oder auch mehr oder weniger abgeplattet. Er erscheint bald als ein helles mit einer körnigen Masse erfülltes und von einer deutlichen Hülle umgebenes Bläschen, bald als ein verschieden deutlich abgegrenzter, fast homogener Körper im Innern der Zelle. Für manche Zellkerne ist in neuerer Zeit von mehreren Seiten (zuerst von *Heitzmann)* eine eigenthümliche Differenzirung ihrer Substanz beschrieben worden, welche in dem Auftreten zarter, netzartig geordneter Fäserchen ihren Ausdruck findet. In den Räumen dieses Netzes ist eine eiweisshaltige Flüssigkeit — der *Kernsaft* — ergossen.

Weitaus die meisten Zellen enthalten nur einen Kern, jedoch findet man nicht selten solche, welche mit zwei, ja selbst mit vier, sechs, acht und mehr Kernen ausgestattet sind. Ueber die Natur des Zellkernes herrscht noch ein undurchdringliches Dunkel. Wir wissen nur soviel, dass er sich in chemischer Beziehung in manchen Punkten von dem Protoplasma des Zellkörpers unterscheidet, wenngleich wir auch in ihm Eiweiss, Wasser und Salze als hauptsächlichste Bestandtheile vermuthen müssen. Für uns ist das differente Verhalten Beider gegenüber den Einflüssen von verdünnten Säuren, von Alkohol und gewissen Farbstoffen von besonderem praktischem Interesse. Bei Zusatz von sehr verdünnten Säuren, namentlich Essig- oder Salzsäure zur lebensfrischen oder nicht lange noch abgestorbenen Zelle quillt das Protoplasma des Zellkörpers auf, es wird durchsichtiger, seine Contouren werden verwaschen, seine Körnchen allmälig undeutlicher und verschwinden endlich vollkommen. Der Zellkern tritt im Gegentheil auffallender hervor, sein Contour wird schärfer und glänzender, seine Granulirung deutlicher. Nach längerer Einwirkung oder bei Gebrauch einer etwas stärkeren Säure-Concentration wird der Zellkern deformirt, bekommt verschiedenartige Einschnürungen oder zerfällt wohl auch in mehrere, gewöhnlich 3—4 unregelmässig gestaltete Theile. Die Einwirkung von Alkohol ist nicht für alle Zellenarten die gleiche. Manche von ihnen werden in Bezug auf Grösse und Form nur sehr

wenig verändert, nur ihre Durchsichtigkeit wird eine erheblich geringere (die meisten Epithelzellen). Andere Zellenarten, insbesondere sogenannte junge Zellen, Lymphzellen, Bindegewebszellen u. s. w. verlieren beträchtlich an Grösse, ihre Form wird mannigfach verändert, der ganze Zellkörper schrumpft mitunter zu einer dünnen Schichte zusammen, deren Contouren fast mit denen des Kernes verschmelzen. Der letztere selbst bleibt in beiden Fällen seiner Form und Erscheinung nach fast unverändert. Eine besondere Wichtigkeit hat das Verhalten der Zellkerne gegen gewisse Färbemittel erlangt. Lösungen von Carmin, Anilin, Haematoxylin u. a. m. zeigen unter geeigneten Umständen eine grosse Neigung sich an die Zellkerne zu binden und denselben eine mehr oder minder intensive Farbe zu verleihen, während das Protoplasma des Zellkörpers entweder gar nicht oder nur in geringerem Maasse gefärbt wird. Wenn auch dieses eigenthümliche Verhalten von ganz unschätzbarem Werthe ist mit Rücksicht auf die Methode der mikroskopischen Untersuchung, so bleibt es doch sehr zu bedauern, dass es uns so wenig wie die vorhererwähnten chemischen Einflüsse irgend einen Anhaltspunkt gibt, um auf die eigentliche Natur der Zellkerne Schlüsse zu ziehen, so dass wir hier einer unerklärbaren und nichts erklärenden Thatsache gegenüberstehen. Neuere sehr eingehende Studien über die Eigenschaften der Zellkerne liegen von *L. Auerbach* vor. Wir können aus den Ergebnissen derselben nur soviel hervorheben, dass ein allmäliger Zusatz von Wasser zunächst eine eigenthümliche Schrumpfung und Austritt von homogenen Flüssigkeitstropfen, dann aber eine Aufquellung ihrer Körnchen hervorruft, so dass der ganze Kern ein fast gleichartiges Ansehen erhält. Auch stark verdünnte Essigsäure, sowie Lösung von Kochsalz und doppelt chromsaurem Kalium bedingen ähnliche Erscheinungen, bei stärkerer Concentration aber Erhärtung der Kerne.

Es sei noch erwähnt, dass es Zellenarten gibt, in welchen sich kein Kern nachweisen lässt z. B. die farbigen Blutkörperchen der Säugethiere, die oberflächlichsten Zellen der Epidermis u. s. w. Es muss jedoch sogleich hinzugefügt werden, dass es auch für diese Zellen Lebensepochen oder Entwickelungsstufen gibt, in welchen ihnen der Kern zukommt. Im Innern des Zellkernes beobachten wir ausser den bereits erwähnten feinen Körnchen noch das *Kernkörperchen (Nucleolus)* entweder in Form eines zarten Bläschens, oder eines fast fettigglänzenden, kreisrunden, scharfrandigen Fleckes. Es ist

entweder einfach oder doppelt vorhanden, oder kann auch ganz fehlen. Nach *Auerbach* unterliegt die Anzahl der Kernkörperchen in verschiedenen Zellkernen sehr grossen Schwankungen. Bei ausgewachsenen Thieren sollen gewöhnlich mehr als zwei derselben vorkommen, in der Regel bis vier, manchmal sogar bis 16 und noch weit darüber, auch sollen abgeplattete und eckige Formen öfters zu treffen sein. Wenn diese Angaben *Auerbach's* im auffallendsten Widerspruch mit den Beobachtungen anderer Histologen stehen, so mag der Grund wohl zum Theil darin zu suchen sein, dass eine ganz scharfe Definition des Kernkörperchens, zu geben bis jetzt nicht möglich ist, und so kann es denn vorkommen, dass grössere oder kleinere glänzende Körnchen oder Kügelchen, welche in dem Zellkerne enthalten sind, von dem einen Autor als Kernkörperchen angesehen werden und von dem anderen nicht. Insbesondere sind es kleine, punktförmige Verdickungen an der inneren Oberfläche der Kernhülle, welche mitunter als »wandständige« Kernkörperchen aufgeführt werden. Ausgesprochene Kernkörperchen sind häufig von einem lichten Hof umgeben, welcher ein fast homogenes Aussehen besitzt und gegen die peripheren, trüberen Schichten des Kernes durch einen Kranz feiner Körnchen abgegrenzt ist. (Körnchenkreis nach *Th. Eimer.*)

Ausser dem Zellkörper, Kern und Kernkörperchen muss noch als ein häufig vorkommender Bestandtheil **die Zellmembran** (Zellhülle) erwähnt werden. Von der Zeit als *Schwann* seine Zellenlehre veröffentlichte, bis zu den epochemachenden Untersuchungen *M. Schultze's* und *E. Brücke's* (1861) galt die Zellhülle insoferne als wesentlichster Bestandtheil der Zelle, als die morphologischen Eigenschaften derselben von ihr abhängig gedacht wurden; galt doch das Protoplasma mit dem Kerne nur als Inhalt eines Bläschens, welches nach Verlust der Membran aufhörte ein Formelement zu sein. Wie es oft geht wenn eine weittragende Idee unser Denken beherrscht, achtete man wenig darauf, dass an einer grossen Anzahl von Zellen eine Membran schlechterdings nicht nachweisbar war, man opferte willig dem Schema die Thatsachen. Erst als die genannten Forscher durch das Studium der vitalen Eigenschaften der Zellen zu der Ueberzeugung gelangt waren, dass mit manchen Lebensäusserungen der Zellen das Vorhandensein einer Membran gar nicht vereinbar sei, und dass in dem Zellprotoplasma selbst die Bedingungen des individuellen Bestandes der Zelle gelegen seien, ging man an eine

unbefangenere Prüfung der Thatsachen. Es zeigte sich bald, dass nur verhältnissmässig wenige Zellenarten eine wirkliche, von dem Protoplasma differente Zellmembran besitzen (z. B. gewisse Epithelzellen, Eizellen), dass die Zellen in ihrem Jugendzustande, wo sie die lebhaftesten Lebensvorgänge äussern, fast ausnahmlos hüllenfrei seien und dass man häufig dort, wo es sich scheinbar um eine Membran handelte, nichts anderes vor sich habe, als eine fester gewordene periphere Schichte von Protoplasma. Mit einem Worte: die Zellmembran gehört nicht zu den wesentlichen Bestandtheilen der Zelle. Wo sie vorhanden ist, erweist sie sich entweder als ein strukturloses Häutchen, oder sie ist, wie bei manchen Eizellen, von feinen Oeffnungen durchbohrt. Sie ist gegen Einwirkung verdünnter Säuren und Alkalien resistenter als das Protoplasma, ihrer chemischen Constitution nach wahrscheinlich ebenfalls den Eiweisskörpern nahestehend.

Der sichere Nachweis einer Zellmembran kann im gegebenen Falle sehr grossen Schwierigkeiten begegnen. Man hält ihn für erbracht, wenn z. B. in Folge von Imbibition von Wasser eine Ablösung der Hülle von dem Zellkörper beobachtet werden kann, oder wenn es gelingt, die Zelle durch mechanische Einwirkung zum Bersten zu bringen und die entleerte und gefaltete Hülle neben den Trümmern derselben erhalten zu sehen. Jedoch sind selbst auch dagegen Einwendungen erhoben worden. Noch schwieriger ist es allerdings umgekehrt im einzelnen Falle das Fehlen der Zellmembran sicher zu erweisen.

Ueber die Bedeutung der einzelnen Bestandtheile der Zelle kann erst nach Erörterung der vitalen Eigenschaften Näheres beigebracht werden.

Form und Grösse der Zellen. Als Grundform der Zelle muss die einer *Kugel* angesehen werden. Sie kommt in den ersten Entwicklungsstufen des Thierkörpers ausschliesslich vor, wird später zumeist an jenen Zellen getroffen, welche frei in Flüssigkeiten suspendirt sind (Lymph-Speichel-Eiterzellen) aber auch an solchen, welche als fixe Bestandtheile von Geweben fungiren (Fettzellen, gewisse Ganglienzellen). Freilich ist es gerade diese Form, welche während des lebendigen Zustandes, wie weiter unten besprochen werden soll, gewissermassen die labilste, und zahllosen Veränderungen unterworfen ist.

Dieser am nächsten steht die *polyedrische* Form. Man darf dabei allerdings nicht an stereometrisch reguläre Gestalten denken;

meistens werden jene Zellen als polyedrisch bezeichnet, deren Durchmesser nach allen Richtungen hin annähernd gleiche Grösse haben, während sie von verschiedenen Seiten her in mannigfacher Weise abgeplattet sind (Leberzellen, u. dgl.).

Ist eine Zelle vorzüglich nach einer Richtung hin verlängert, dabei von kreisrundem oder polygonalem Querschnitt, so rechnet man sie zu den *cylindrischen* Formen. (Gewisse Epithelzellen, manche Drüsenzellen.) Als Abarten derselben können die *kegelförmigen* oder *pyramidalen* Zellen gelten (Darmepithelzellen). Bei den letztgenannten Zellenformen kann es vorkommen, dass ihre Seitenwände mehr oder weniger ausgebaucht werden, so dass sie ein kelchähnliches Aussehen gewinnen — man spricht dann von *Becherzellen.*

Ist eine Zelle nach einer Richtung stark verlängert und an beiden Enden zugespitzt, so bezeichnet man sie als *spindelförmig;* gewöhnlich ist dabei der Querschnitt elliptisch. (Gewisse Bindesubstanzzellen.) Sehr lang ausgezogene Zellen erhalten wohl auch den Namen *Fasern* (Muskelfasern, Linsenfasern).

Zellen, welche annähernd die Würfelform zeigen, heissen *cubische* oder *Pflasterzellen.*

Sehr reichlich im Thierkörper vertreten ist die *plattenförmige* Zelle (viele Epithel- und Endothelzellen, Bindesubstanzzellen u. s. w.). In der Gestalt eines dünneren oder dickeren Plättchens oder Schüppchens kann sie einen mehr weniger regelmässigen, kreisförmigen, elliptischen oder polygonalen Umriss zeigen, oder häufig auch unregelmässig gebuchtet oder ausgezackt sein. Eine besondere Abart ist die *scheiben-* oder *linsenförmige* Zelle (farbige Blutzellen).

Endlich wäre noch der sogen. *verästigten* und *sternförmigen* Zellen zu gedenken. Dazu werden alle jene gerechnet, deren verschieden gestalteter Zellkörper mehrfache längere, oftmals auch verzweigte Fortsätze aussendet.

Die meisten Zellen sind von mikroskopischer Kleinheit, nur manche (z. B. gewisse Eizellen) können mit freiem Auge oder mit Hülfe der Loupe erkannt werden. Ihre Grösse schwankt in verhältnissmässig weiten Grenzen und zwar nach ihrer verschiedenen Art und auch nach den verschiedenen Thierklassen. Dabei ist auffallend, dass Zellenarten, welche in ihrer Form unter sich wenig differiren, innerhalb einer und derselben Thierklasse auch ziemlich constante Dimensionen besitzen (eine Ausnahme hievon bilden die Muskelfasern), wohingegen Zellen von sehr variabler Form auch in

ihren Grössenverhältnissen erheblich von einander abweichen (Ganglienzellen, verschiedene Bindesubstanzzellen). Die Individuen der niederen Wirbelthierklassen zeichnen sich meist durch verhältnissmässig bedeutende Grösse ihrer Zellen aus.

Die Form und Grössenverhältnisse einer Zelle stehen selbstverständlich untereinander in innigem Zusammenhange, insoferne als mit jeder Veränderung der Form die verschiedenen Dimensionen der Zelle erheblich wechseln. Dies gilt sowohl für jene Formveränderungen, welche wir als eine gewisse Art selbständiger Lebensäusserungen der Zellen kennen lernen werden (amoeboide Bewegung) als auch für jene, welche mehr passiv auftreten, sei es in Folge gewisser Functionszustände (einige Drüsenzellen), oder im Zusammenhang mit dem Wechsel der Rolle, welche einer Zelle beim Aufbau eines Gewebes zugewiesen wurde (Zellen des geschichteten Pflasterepithels), sowie endlich mit den Vorgängen während der Entwicklung und des Wachsthums des thierischen Körpers. Bei der hohen Bedeutung, welche die Form und Grösse der Zelle für sich in Anspruch nehmen dürfen, ist es geboten, besonders hervorzuheben, dass dieselben durch die verschiedenen Methoden der histologischen Untersuchung in sehr erheblichem Grade verändert werden können, sei es in Folge von chemischen Einwirkungen, durch Quellung oder Schrumpfung, sei es auf mechanischem Wege durch Druck oder Zerrung, ja selbst schon in Folge jener inneren Vorgänge, welche mit dem Absterben der Zellen einhergehen. Daraus ergibt sich, mit welcher grossen Vorsicht man bei Angaben in dieser Richtung zu Werke zu gehen habe, umsomehr als wir im einzelnen Falle gar keine Anhaltspunkte besitzen, um die Grösse der stattgefundenen Veränderung zu beurtheilen.

Vitale Eigenschaften der Zellen. Da schon oben die Zelle als ein Elementarorganismus hingestellt worden ist, befähigt zu allen Verrichtungen eines selbständigen Lebens, so erwächst nun die Aufgabe zu erörtern, worin die Lebensvorgänge der Zelle bestehen, wie sie sich äussern und an welche Bestandtheile der Zelle dieselben vorzugsweise geknüpft seien. Nach dieser Richtung hin Aufklärungen zu erhalten war natürlich erst dann möglich, nachdem man gelernt hatte die Zellen im lebenden Zustande zu beobachten, unter Verhältnissen, welche ihren natürlichen Existenzbedingungen möglichst nahe kamen.

Nachdem *M. Schultze* und *E. Brücke* dazu den Anstoss gegeben hatten, wurde durch eine Reihe von namhaften Forschern wie *Kühne, v. Recklingshausen, Stricker, Cohnheim, Hering, Rollet* u. A. die Untersuchung der lebenden Gewebe gewissermassen zu einem Specialzweige der Histologie ausgebildet. Die hauptsächlichsten Erfordernisse einer solchen Beobachtung sind zunächst die Erhaltung der Zellen in ihrer natürlichen Umgebung und Verbindung, die Herstellung einer entsprechenden Temperatur und die möglichste Hintanhaltung aller jener Einflüsse, welche während der Dauer der Beobachtung die Existenzbedingungen der Zellen irgendwie verändern könnten. Man begnügte sich jedoch nicht die Zellen in dieser Weise sich selbst überlassen zu beobachten, man suchte auch die Einflüsse zu studiren, welche die verschiedensten äusseren Einwirkungen auf ihre Lebensvorgänge zu nehmen im Stande sind. Es wurde so das Verhalten der Zellen bei den verschiedenen Temperaturgraden, gegen electrische und galvanische Ströme, gegen Gase und in Flüssigkeiten gelöste Stoffe in der verschiedensten Weise mit dem Aufgebote der scharfsinnigsten Methodik, geprüft. Es kann mit grösster Befriedigung darauf hingewiesen werden, dass der Erfolg diesen Bemühungen reichlich entsprach, dass die Resultate dieser Forschungen eine ganz beträchtliche Erweiterung unseres Wissens herbeigeführt und unsere Auffassung der Lebensvorgänge im thierischen Organismus in ganz neue Bahnen gelenkt haben. Die ausführliche Darlegung der vitalen Vorgänge in den Zellen muss den physiologischen Lehrbüchern vorbehalten bleiben; hier soll nur das Wesentlichste angeführt werden.

Stoffwechsel der Zelle. Man versteht darunter die Summe jener inneren Vorgänge, durch welche jede einzelne Zelle nicht nur ihre eigene Existenz unterhält, sondern auch den Bestand und die Function des Gewebes oder Organes vermittelt, welchem sie angehört. Diese Vorgänge werden ermöglicht durch die Wechselwirkung der Bestandtheile der Zelle mit ihrer Umgebung nach den jedesmal zur Geltung kommenden physikalischen Gesetzen. Alle Zellen, in welchen ein reges Leben herrscht, sind von Flüssigkeit oder von feuchten Substanzen derart umgeben, dass die günstigsten Bedingungen zum gegenseitigen osmotischen Austausch ihrer Bestandtheile gegeben sind. Dieser Stoffverkehr zwischen der Zelle und ihrer Nachbarschaft wird ausserdem durch Filtration wesentlich gefördert in Folge von Druckdifferenzen, welche theils aus der Spannung des Blutes in den Gefässen, theils aus der Zusammensetzung

der Gewebe selbst sich ergeben. Es können aber auch in einzelnen Fällen einfache Imbibitionserscheinungen *(Kölliker)* oder Druckwirkungen innerhalb der Zelle in Betracht kommen, welche letzteren durch die elastischen Wandungen der Zelle erzeugt werden können (*Donders*). Was wir über die chemischen Bestandtheile der Zelle im Allgemeinen wissen, ist bereits oben angegeben worden. Die Bestandtheile der umgebenden Flüssigkeiten sind die Nahrungsstoffe des Thierkörpers, also neben Wasser und anorganischen Salzen vorzüglich complicirte chemische Verbindungen, wie Eiweiss, Zuckerarten, Fette. Die wesentlichste, hier in Betracht kommende Eigenthümlichkeit der letzteren ist, dass sie viel weniger Sauerstoff enthalten, als zur Sättigung der Affinitäten der anderen in ihnen vorkommenden Grundstoffe nothwendig ist. Sie können daher bei günstigen Verhältnissen unter Aufnahme von Sauerstoff leicht in sauerstoffreichere Verbindungen zerspalten, d. h. oxydirt werden. Manche von ihnen enthalten in ihrer chemischen Constitution grosse Atomencomplexe, in welche sie auch ohne Sauerstoffaufnahme zerfallen können. Diese Körper sind also nebst ihren mehr oder weniger hoch oxydirten Derivaten in uns unbekannten Mischungsverhältnissen in der Umgebung der Zellen vorhanden. Dazu gesellen sich zwei Gase, der Sauerstoff und die Kohlensäure, welche in der Flüssigkeit diffundirt sind und von denen durch die Athmung und Blutcirculation der erstere stets in neuen Quantitäten zugeführt, die letztere aber ununterbrochen fortgeleitet wird*). *In der Aufnahme und chemischen Umsetzung dieser Stoffe und in der Wiederausscheidung der entstandenen Producte besteht nun der Stoffwechsel der Zelle.* Zufolge vielfacher Erfahrungen können wir als sichergestellt annehmen, dass er vornehmlich an einen Bestandtheil der Zelle, an das Protoplasma, geknüpft ist. In ihm finden wir gelegentlich die Producte des Stoffwechsels eingelagert, in ihm spielen sich hauptsächlich die uns sichtbaren Aeusserungen lebendiger Thätigkeit ab. Auch das physiologische Experiment hat Belege dafür gebracht: die Flimmerbewegung — eine Function des Protoplasma's — kann nur bei Vorhandensein von freiem oder lose gebundenem

*) Dass die Zellen auch ihre Athmung haben müssen, geht unter anderem daraus hervor, dass bei den tracheenführenden Thieren die feinsten Verzweigungen der Tracheen bis an und in die Zellen hingehen (z. B. Muskelfasern, Fettkörperzellen, Leuchtorgane u. s. w. der Insekten).

Sauerstoff vor sich gehen; der letztere wird dabei allmälig verbraucht. Ebenso functioniren die Leuchtorgane gewisser Insecten nur in sauerstoffhaltiger Luft. Auch die Erscheinungen am thätigen Muskel weisen darauf hin.

Was den *Anstoss* zu diesen chemischen Vorgängen in der Zelle gibt, ist unbekannt, nur wissen wir für einzelne Fälle, dass ein gewisser Nerveneinfluss dabei im Spiele ist (siehe unten bei den Bewegungen). Ebenso ist keineswegs festgestellt, *welche* dieser Stoffe in jedem einzelnen Falle zur Verwendung gelangen und in welcher *Reihenfolge* die Umsetzungen vor sich gehen. Sicher ist nur, dass sie zum grössten Theile den Charakter von Oxydations-, manchmal aber von einfachen Spaltungsprocessen besitzen. Auch kennen wir einen grossen Theil der daraus hervorgehenden *Produkte*. Dieselben sind einmal die specifischen Bestandtheile der Drüsensecrete, dann gewisse mehr oder weniger bleibende Bestandtheile der Zellen, wie Fett, Pigment, manche in den sogen. Intercellularsubstanzen enthaltenen Stoffe (z. B. leimgebende Substanzen), endlich als Endprodukte Wasser, Kohlensäure und Harnstoff.

Es darf mit grösster Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass gewisse Stoffwechselvorgänge in allen oder doch den meisten Zellenarten in gleichartiger Weise ablaufen können, wenn die äusseren Bedingungen dazu gegeben sind, so diejenigen, welche mit dem Wachsthum und der Fortpflanzung in Beziehung stehen, oder jene, welche zur Bildung von Fett in der Zelle Veranlassung geben. Andere Umsetzungen gehören zu den ganz specifischen Eigenthümlichkeiten gewisser Zellenarten; dahin gehört z. B. die Säurebildung im Muskel, die Secretionsvorgänge in den Drüsen u. s. w. Die Gründe hiefür sind uns in den einzelnen Fällen vollständig unbekannt, im Allgemeinen aber sind sie zweifelsohne in gewissen Modalitäten des Baues der einzelnen Zellen und in ihren verschiedenen Verkehrsbedingungen mit der umgebenden Flüssigkeit zu suchen. In Bezug auf die *Bedeutung* der Stoffumsetzungen müssen wir dieselben nach *Ludwig* und *Müller* in dreierlei Kategorien bringen: in solche, welche für die Erhaltung der Zelle dienen, andere, welche die Funktion des Organes vermitteln, und endlich solche, welche in der Zelle ablaufen, ohne dass sie zu ihren Lebenszwecken irgend etwas beitragen. Leider ist es uns nicht möglich, im einzelnen Falle die Stoffwechselvorgänge nach dieser Richtung mit einiger Schärfe zu charakterisiren.

Die *Grösse* des Stoffwechsels kann nicht in allen Zellen und

zu allen Zeiten dieselbe sein, sie muss nothwendig wechseln, je nach der Rolle, welche einer bestimmten Zelle zugewiesen ist, und ebenso nach der Intensität, mit welcher sie zu verschiedenen Zeiten ihren Funktionen obliegt. Kaltblütige Thiere haben einen weit langsameren Stoffwechsel als Warmblüter, daher ihre Fähigkeit, lange in abgeschlossenen Räumen das Leben zu erhalten. Aus diesem Grunde aber erlischt mit dem Absterben des Thieres noch lange nicht die Lebensfähigkeit der einzelnen Elementartheile, sie reichen eben mit den in ihnen und in ihrer unmittelbaren Umgebung vorhandenen Nährstoffen noch längere Zeit aus, ein Umstand, welcher sie für die histologische Untersuchung höchst werthvoll macht.

Wenn wir sohin den Stoffwechsel des Gesammtorganismus zunächst in die Zelle, und zwar hauptsächlich in das Protoplasma verlegen müssen (wie weit sich der Zellkern daran betheiligt ist unbekannt), so darf man doch nicht behaupten, dass ausserhalb derselben in den thierischen Flüssigkeiten und Geweben keine chemischen Umsetzungen vor sich gehen. Man muss dies aus mannigfachen Gründen sogar für höchst wahrscheinlich halten, doch darf man vermuthen, dass auch hiezu die Vorgänge in den Zellen den Anstoss geben, und dass sie nach ihrer Quantität und Qualität von den letzteren beeinflusst werden.

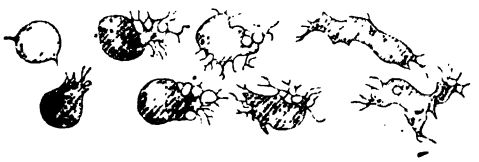
Lebensäusserungen der Zelle. Als solche bezeichnen wir alle jene Thätigkeiten und Erscheinungen, welche von dem Stoffwechsel abhängig sind und entweder an der lebenden Zelle direkt beobachtet werden können oder zufolge physiologischer Thatsachen ihr mit Sicherheit zugeschrieben werden müssen. Dahin sind zu zählen: die Bereitung gewisser chemischer Produkte, welche, wenn sie aus der Zelle ausgestossen und auf eigenen Wegen fortgeführt werden, Bestandtheile der sog. Secrete bilden. In andern Fällen werden die Stoffwechselprodukte in der Zelle zurückbehalten und können, zur Entstehung der diplasmatischen Zelle Veranlassung geben. Ferner müssen hierher gezählt werden: die Bildung von Wärme, Licht und Electricität, das Auftreten verschiedenartiger Bewegungen, endlich die Erhaltung, das Wachsthum und die Fortpflanzung der Zelle selbst. Wir können uns hier nur so weit mit diesen Vorgängen befassen, als sie mit der Morphologie im Zusammenhange stehen und verweisen bezüglich der anderen auf die physiologischen Lehrbücher.

Bewegungserscheinungen an den Zellen. *Dujardin* hat zuerst an Organismen, welche den niedersten Formen der Thierwelt angehören, die Beobachtung gemacht, dass die feinkörnige Materie, aus welcher sie gebildet sind, die Fähigkeit besitze, die verschiedenartigsten Bewegungen auszuführen; er legte dieser Substanz den Namen *Sarkode* bei. Nachdem bald darauf durch mehrere Forscher (Kölliker, Virchow u. A.) an einigen Zellenarten höherer Thiere contractile Eigenschaften gefunden worden waren, gelang es *M. Schultze* den Nachweis zu liefern, dass die Sarkode *Dujardin's* als Zellsubstanz aufzufassen sei und dass sich ähnlich wie jene auch das Zellprotoplasma aller höheren Thiere verhalte. Es sind nur einige wenige charakteristische Unterschiede zwischen diesen beiden Substanzen bekannt geworden *(Kühne)*, welche sich auf den Einfluss gewisser chemischer Agentien (Rhodankalium vernichtet die Lebensfähigkeit des Protoplasma's, nicht aber die der Sarkode, 1 Proz. Salzsäure zerstört das erstere viel rascher als die letztere), sowie auf verschiedene Temperaturen, welche Wärmestarre hervorrufen, beziehen. Diese Bewegungsfähigkeit (Contractilität) der thierischen Zellen, manifestirt sich in verschiedenartiger Weise. Gewisse Formen der Bewegung sind auf eine grosse Reihe von Zellen der verschiedensten Art verbreitet *(amöboide Bewegung)*. Andere sind an bestimmte Modificationen im Baue des Protoplasma's geknüpft (Muskel-Contractilität) und noch andere auf eigenthümliche Anhänge gewisser Zellen beschränkt (Flimmerbewegung, Spermatozoen).

Diesen Bewegungsformen, welche im eigentlichsten Sinne des Wortes vitaler Natur sind, steht eine andere gegenüber, welcher wir aber nicht nur innerhalb der Zellen, sondern überall dort begegnen, wo feinste Körnchen in Flüssigkeit suspendirt sind; es ist dies die sogen. *Brown'sche Molekularbewegung* — ein Oscilliren kleiner Körperchen in Folge von molekularen Flüssigkeitsströmungen. Wo sie innerhalb von Zellen beobachtet wird (Speichelkörperchen, unter gewissen Bedingungen auch in Eiterzellen), ist sie nicht nothwendig an den lebendigen Zustand derselben geknüpft. Es möge noch hinzugefügt werden, dass eine Art von *Saftströmung* wie sie manchen Pflanzenzellen zukommt, auch an einzelnen niederen Thieren beobachtet worden ist; sie besteht in einer fliessenden, eine bestimmte Richtung einhaltenden Bewegung der in dem Protoplasma eingelagerten Körnchen, welche höchst wahrscheinlich in Folge von activen Contractionen der Zellsubstanz veranlasst wird.

Die wichtigste in den thierischen Zellen vor sich gehende Bewegungserscheinung ist jene, welche man jetzt allgemein als *amöboide Bewegung* beschreibt, weil sie in ganz ähnlicher Weise den Amöben (einer Rhizopodenart) zukommt und an diesen am meisten studirt worden ist. Man kann sich die Anschauung dieses Vorganges aber auch leicht verschaffen, wenn man einen Tropfen Froschblut ganz frisch, ohne Zusatzflüssigkeit und mit Vermeidung jedweden Druckes unter ein Deckglas bringt und mit starker Vergrösserung untersucht. Man wird unter den meist zahlreich vorhandenen, farblosen Blutkörperchen gewöhnlich einige finden, welche eine regelmässige, kugelige Gestalt und scharfe, glatte Contouren besitzen; die Mehrzahl derselben aber werden sofort durch äusserst mannigfache Formen auffallen. Wählt man sich nun eine von diesen Zellen zur genaueren und anhaltenderen Beobachtung aus: am besten eine solche, welche im Ganzen noch die Kugelform deutlich erkennen

Fig. 1.



Formen einer farblosen Blutzelle des Frosches in amöboider Bewegung (Hartnack-Immerson X. Ocular 2.).

lässt, aber an einer oder der anderen Stelle einen unregelmässigen ausgefransten Contour zeigt, so wird man recht bald die ausgiebigsten Veränderungen in der Gestalt der Zelle wahrnehmen. Zunächst streckt sie von der Stelle, wo der Zellcontour unregelmässig ist, einen oder mehrere, feinere oder gröbere Fortsätze aus, welche sich verästigen, stellenweise aber wieder zusammenfliessen, so dass eine netzartige Figur zu Stande kommt, welche der compacten Masse der Zelle anhängt; bald verschmelzen diese feinen Fädchen wieder mit einander und bilden einen zapfenähnlichen, gezackten Fortsatz des Zellkörpers; unterdessen sind auch an anderen Stellen des Zellcontours einzelne Ausläufer vorgetreten, welche entweder dasselbe Spiel wiederholen, oder nach mannigfachen Veränderungen ihrer Gestalt und Grösse bald wieder eingezogen werden. Die zapfenartig verlängerte Zelle streckt sich jetzt noch mehr, sie wird walzenförmig, knickt sich im stumpfen oder rechten Winkel ab, umfasst gelegent-

lich ein in der Nähe gelegenes farbiges Blutkörperchen in weitem Bogen oder breitet sich flach aus und blasst ab, als ob sie zerfliessen sollte; endlich sammelt sich die Masse wieder zu einem unregelmässigen Klümpchen oder zu einem mehrstrahligen Gebilde, welches zum Schluss wieder zur Kugelform zurückkehren und in derselben eine Zeit lang verharren kann, um bald wieder von Neuem seine Bewegungen zu beginnen. Der erstaunlich mannigfaltige Formwechsel, sowie die scheinbar ganz regellose Herausbildung der einen Gestalt aus der anderen spotten jeder Beschreibung.

Die Formveränderung erfolgt für gewöhnlich nicht so rasch, dass man die einzelnen Bewegungsakte als solche sehen könnte, wir werden sie vielmehr, wie *M. Schultze* treffend sagt, in derselben Weise inne, als wir die Bewegung des Zeigers an der Uhr wahrnehmen, d. h. wir sehen dass die Form der Zelle nach kurzen Momenten nicht mehr dieselbe ist, welche sie früher war. Es ist daher dem Anfänger sehr zu empfehlen, sich während der Beobachtung in kleinen Intervallen die Umrisse der Zelle mit einigen raschen Zügen zu Papier zu bringen, wodurch er allein in den Stand gesetzt ist, das was er gesehen, am Schlusse der Beobachtung zu überblicken. Ausserdem ist zu bemerken, dass die Beobachtung nur dann Sicherheit gewährt, wenn sie nicht eher begonnen wird, als bis die Flüssigkeitsströmung im Präparate vollkommen zur Ruhe gelangt ist und die zu beobachtende Zelle keine Spur einer flottirenden Bewegung mehr zeigt. Im anderen Falle könnten Formveränderungen dadurch vorgetäuscht werden, dass die Zelle sich in Folge von passiven, drehenden Bewegungen bald von dieser, bald von einer anderen Seite her dem Beobachter zeigt.

Die amöboiden Bewegungen äussern sich aber nicht nur in dem allmäligen Wechsel der Gestalt, sondern auch in einer activen Veränderung des Standortes, dem sogen. *Fortwandern* der Zelle. Häufig lässt sich diess nur daraus erkennen, dass eben die Zelle nach einiger Dauer der Beobachtung nicht mehr dort sich befindet, wo sie ursprünglich gewesen war, ohne dass man sich Rechenschaft darüber zu geben vermöchte, wie diese Ortsveränderung vor sich gegangen ist. In günstigen Fällen aber gelingt es zu sehen, wie die nach einer Richtung hin ausgestreckten Fortsätze nicht wieder zurückgezogen werden, sondern sich irgendwo anheften und den Zellenleib nach sich ziehen. Dass diese Vorgänge auch im lebenden Thierkörper in grossem Umfange stattfinden, ist durch *v. Recklinq-*

hausen, nach welchem Forscher solche Zellen als *Wanderzellen* bezeichnet werden, entdeckt worden. Eine weitere hiehergehörige, zuerst von *Häckel* mitgetheilte Thatsache ist, dass kleine geformte Theilchen, welche sich etwa in der Nähe der sich bewegenden Zelle befinden, in den Leib derselben aufgenommen werden können (so Körnchen von Carmin, Zinnober, selbst kleine Zellen), indem sie von den ausgesteckten Fortsätzen des Protoplasma's umfangen werden und beim Zurückziehen derselben in den Zellkörper gelangen. In ähnlicher Weise kann es zur vorübergehenden Bildung kleiner Vacuolen kommen, wenn Theilchen der umgebenden Flüssigkeit in die Zelle eingeschlossen werden. Solche Körnchen, Zellen oder Flüssigkeitströpfchen können eine Zeitlang in der Zelle verbleiben, dann aber wieder ausgestossen werden. (Man hat für diesen Vorgang den Ausdruck *Fütterung* in Anwendung gebracht.) —

Eine andauernde und wiederholte Beobachtung dieser Bewegungsformen der verschiedenartigsten Zellen lehrt uns, dass sie keineswegs continuirlich vor sich gehen, sondern dass sie ab und zu von längeren Ruhepausen unterbrochen werden. Was im Allgemeinen den Anstoss zum Entstehen oder dem Aufhören der Bewegung gibt, ist uns nicht bekannt, jedoch sind auf experimentellem Wege diverse Momente nachgewiesen worden, welche darauf einen Einfluss besitzen. Zunächst ist für gewisse Fälle die Abhängigkeit der Zellcontractionen von dem Nervensysteme festgestellt, so für die Muskelzellen, die pigmenthaltigen Zellen in der Haut des Chamäleon *(Brücke)* und für die fixen Zellen der Hornhaut *(Kühne)*. Abgesehen davon sind die verschiedenartigsten, von Aussen her einwirkenden Reize im Stande die Bewegungen der Zellen in mannigfacher Weise zu beeinflussen, namentlich sind als erregende Momente zu nennen: Licht, gewisse Wärmegrade, galvanische Ströme, mechanische und chemische Reize der verschiedensten Art. Es ist nicht möglich, hier auf all' das im Detail einzugehen, es möge nur hervorgehoben werden, dass amöboide Bewegungen an Zellen warmblütiger Thiere ausserhalb des Körpers nur bei künstlicher Erwärmung des Objectes auf die annähernde Körpertemperatur beobachtet werden können, und dass chemische Veränderungen in den die Zelle umgebenden Flüssigkeiten die Beweglichkeit stets beeinträchtigen. Dabei ist jedoch zu bemerken, dass die Einwirkung von schwachen Säuren die Lebensthätigkeit viel rascher zerstört, als ein Zusatz von schwach alkalisch reagirenden Substanzen. Nach *Thoma* ist

für die Bewegungsfähigkeit der farblosen Blutkörperchen die Concentration des Plasma's von erheblichem Einfluss. Wasserarmuth desselben hemmt, Zusatz von Wasser fördert die Beweglichkeit sowohl bei warm- als bei kaltblütigen Thieren, und ebenso innerhalb des Blutkreislaufes, als in herausgenommenen Blutproben.

Ueber die Verbreitung dieser amöboiden Bewegungsform im Thierreiche möge die Bemerkung genügen, dass sie viel häufiger bei niederen, als bei höheren Thiergattungen beobachtet ist, was wohl in der verhältnissmässig grösseren Schwierigkeit der Untersuchung im letzteren Falle seine Erklärung findet, dass es aber fast keine im Thierkörper vorkommende Zellenart gibt, an welchen sie nicht schon gesehen worden wäre. Die schönsten Beobachtungsobjekte für die Wirbelthierklasse bilden aber neben den farblosen Blutzellen, die Eiterzellen und gewisse Zellen der Bindesubstanzen.

Nun noch ein Wort über die *Bedeutung* der amöboiden Zellenbewegung für den Organismus. Abgesehen von der Möglichkeit der spontanen Form und Ortsveränderung der Zellen im Allgemeinen und von ihrer Fähigkeit umliegende, geformte Theilchen in sich aufzunehmen und gegebenenfalls als Nahrung zu benützen, abgesehen davon hat man der Contractilität der Zelle auch auf die Vermehrung und Fortpflanzung und auf gewisse Wachsthums-Erscheinungen einen Einfluss zugeschrieben. Von allerhöchster Wichtigkeit dürfte sie wohl für die Ernährung und den Stoffwechsel der Zelle selbst sein, weil durch sie eine ausgiebige Verschiebung der einzelnen Theilchen des Protoplasma's gegen einander bedingt wird. So wie die Stoffaufnahme und Abgabe der Zelle dadurch äusserst gefördert werden muss, wenn stets andere Partikelchen ihrer Substanz an die Oberfläche gelangen, so ist auch eine erschöpfende Ausnützung und Verarbeitung des aufgenommenen Nährmaterials nur dadurch ermöglicht, dass dasselbe innig mit der Zellsubstanz vermengt wird. Man muss dabei unwillkührlich an eine Analogie mit der Bedeutung der Peristaltik des Magens und Darmes denken. Es erscheint sogar nicht unwahrscheinlich, dass gerade in dieser innigen Vermengung der Zellsubstanz mit ihrem Nährmateriale, welche nothwendig auch mit bestimmten Druckwirkungen einhergeht, einer der Gründe zu suchen ist, warum innerhalb des lebenden Organismus chemische Umsetzungen solcher Art und in solcher Reihenfolge vor sich gehen, wie sie ausserhalb desselben nachzuahmen den Chemikern bis jetzt noch nicht gelungen ist.

Eine andere an thierischen Elementartheilen zu beobachtende Bewegungsform ist die sogen. *Flimmerbewegung.* An verschiedenen Stellen des Thierkörpers kommen als Auskleidung von Hohlräumen Zellen vor, welche an ihrer freien Fläche einen Besatz von unmessbar feinen Härchen *(Flimmerhaare, Flimmercilien)* tragen. Diese letzteren sind während der Dauer des Lebens in ununterbrochener Bewegung begriffen, während an dem Zellkörper selbst eine solche in keiner Weise beobachtet werden kann. Die Bewegung eines einzelnen Härchens geht an verschiedenen Oertlichkeiten nicht immer nach demselben Modus vor sich. Meist besteht sie in einem Abbiegen desselben etwa in der Mitte seiner Länge und in einem gleich darauffolgenden Geradstrecken, wobei jedoch der letztere Akt rascher und mit grösserer Kraft geschieht, als der erstere. Indem alle Flimmerhaare einer Oberfläche nach derselben Seite hinschwingen, wird im Ganzen eine Bewegung von genau bestimmter Richtung hervorgerufen. Man kann sich die Einzelnbewegung ungefähr durch abwechselnde leichte Beugung und Streckung eines Fingers versinnlichen. Sie erfolgt so rasch, dass man sie erst dann genauer aufzufassen vermag, wenn ihre Energie schon etwas geschwächt ist. Wenn man die Spitze einer Froschzunge kurz nach dem Tode des Thieres mit der Scheere abkippt und mit Zusatz von Jodserum oder $^1/_2$ % Kochsalzlösung unter ein Deckglas bringt, so kann man an dem Rande des Präparates das Phänomen eine geraume Zeit lang gut beobachten. Man sieht den Saum des Objectes in einer continuirlichen, wallenden Bewegung begriffen, von welcher zuerst gar keine Details nachzuweisen sind. Man bemerkt nur, dass Blutzellen oder andere kleine Körperchen, welche demselben näher kommen, rasch nach einer gewissen Richtung hin vorwärts getrieben werden. Nach einiger Zeit wird die Bewegung langsamer und man kann dann schon die einzelnen Härchen unterscheiden, endlich auch die Form ihrer Bewegungen constatiren. An gewissen Oertlichkeiten kommt auch ein anderer Modus der Flimmerbewegung vor: so ein gleichmässig pendulirender, oder auch ein wellenförmiger (besonders bei den Teichmuscheln an den langen Flimmerhaaren ihrer Kiemen u. s. w.).

Alle jene äusseren Einwirkungen, welche auf die amöboide Bewegung von Einfluss sind, zeigen auch auf die Flimmerbewegung eine analoge Wirkung, nur gelang es noch nicht, eine direkte Abhängigkeit der letzteren von dem Nervensysteme festzustellen. Das Genauere über die räumlichen und functionellen Beziehungen der

Flimmercilien zu dem Zellprotoplasma ist zur Zeit noch Gegenstand vielfacher Controversen; nur soviel wird fast übereinstimmend angegeben, dass die Härchen mit ihrem Fusstheile in dem Protoplasma der Zelle eingepflanzt seien, und dass die Bewegung selbst als Funktion des letzteren aufzufassen sei. Durch *Ranvier* ist eine Methode angegeben worden, welche den Eintritt der Flimmerhaare durch den verdichteten äusseren Saum der Zelle deutlich zu sehen erlaubt. Sie besteht darin, dass die in verdünntem Weingeist conservirten Flimmerepithelien mit Anilinblau tingirt werden; durch dasselbe färbt sich der erwähnte Saum nicht, aber die Flimmerhaare, so dass man die letzteren einzeln durch den Saum hindurch verfolgen kann.

Der Besatz von Flimmerhaaren kommt fast ausschliesslich nur cylinder- oder pyramidenförmigen Zellen zu und zwar finden wir bei Menschen und Säugethieren das flimmernde Epithel in der Schleimhaut der Nase (mit Ausnahme der regio olfactoria) und ihrer Nebenhöhlen, an der Schleimhaut des Respirationstraktes bis in die feineren Bronchialäste (mit Ausnahme der wahren Stimmbänder) in der Tuba Eustachii und an einzelnen Abschnitten der Trommelhöhle (wo es mehr kubischen Zellen zukommt); ferner in der Höhle des Uterus sammt den Drüsen von der Mitte des Halses nach aufwärts, in den Eileitern bis an die Fimbrien, in den Coni vasculosi des Hodens und an den Nebenhoden. Bei manchen Thieren ist der Flimmerbesatz noch auf andere Stellen verbreitet, so beim Frosch fast auf die ganze Mundhöhle mit Ausnahme der Zungenpapillen, auf die Innenfläche der Bauchhöhle u. s. w.

Die *Bedeutung* der Flimmerbewegung für den thierischen Organismus ist eine wesentlich mechanische. Durch sie können feste oder flüssige Theilchen, welche der flimmernden Oberfläche aufliegen, in bestimmter Richtung weiterbefördert werden. Demnach sehen wir auch an den einzelnen, damit versehenen Tracten eine ganz bestimmte und durchwegs gleichbleibende Richtung der Bewegung. Sie ist von bedeutender Kraft und Geschwindigkeit, wovon man sich am einfachsten eine ungefähre Vorstellung verschaffen kann, wenn man Kohlenpulver auf die Gaumenschleimhaut eines Frosches aufstreut. Es gibt jedoch auch Methoden, nach denen man sie mit ziemlicher Genauigkeit zu messen vermag.

Entstehung und Fortpflanzung der Zellen. Seitdem die entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten *Remak's* bekannt geworden sind,

und *Virchow* seinen berühmt gewordenen Satz „*Omnis cellula e cellula*“ ausgesprochen hat, ist man so ziemlich darüber einig geworden, dass die Entstehung aller thierischen Zellen auf andere vorher dagewesene zurückgeführt werden müsse. Früher hatte man sich nach dem Vorgange *Schleiden's* und *Schwann's* den Ursprung einer Zelle so vorgestellt, dass in einer geeigneten Flüssigkeit, welche man *Blastem* nannte, sich zunächst ein Kernkörperchen bilde, welches dann als Anziehungspunkt für die »gestaltungsfähigen« Theilchen der Flüssigkeit diene, und dass aus diesen sich in weiterer Folge der Kern und endlich die ganze Zelle bilde. Man nannte dies *die freie Zellbildung* (*Generatio aequivoca, Urzeugung*). Seither aber sind so viele Thatsachen bekannt geworden, welche die Entstehung von Zellen aus anderen präexistenten Zellen zweifellos darthun, während andererseits kein einziges Factum die elternlose Urzeugung sicher erweisen kann, so dass die Schwann'sche Theorie der Zellengenese vollständig verlassen werden musste. So oft neue Zellen aus anderen entstehen, beruht der wesentliche Vorgang darin, dass die Substanz der vorhandenen Zelle sich vermehrt, einzelne Theile derselben sich ablösen und zu selbständigen Zellen werden. Es ist also immer eine *Zertheilung der Substanz einer vorhandenen Zelle.*

Die Art und Weise, wie dieselbe vor sich geht, kann jedoch eine verschiedene sein. Meist besteht der erste Akt der Zellenvermehrung in einer Theilung des Kernes. Man beobachtet an demselben eine Vergrösserung, wohl auch eine verhältnissmässige Verlängerung nach einem Durchmesser, dann eine Einschnürung an seiner Peripherie, welche immer tiefer greift, bis sie endlich zur vollkommenen Trennung führt. So erhält die Zelle zunächst zwei Kerne, welche Anfangs ganz nahe aneinander liegen. Nachdem sie sich etwas von einander entfernt haben, beginnt sich eine Einschnürung am Zellkörper geltend zu machen. Um jeden der beiden Kerne gruppirt sich eine gewisse Portion des Protoplasma's und unter allmäliger Vertiefung der peripheren Einschnürung entstehen endlich aus der einen Zelle zwei neue, welche nun als selbständige Individuen nebeneinander liegen. Man bezeichnet diesen Vorgang als *Zelltheilung* im engeren Sinne. Als eine besondere Abart dieser muss die sogen. *endogene Zellbildung* aufgefasst werden. Sie kommt dort vor, wo Zellen innerhalb festerer Membranen oder Kapseln eingeschlossen sind, z. B. im Knorpel. Die Theilung der Zellmasse geht hier in ähnlicher Weise vor sich, wie oben beschrieben wurde, jedoch ohne Betheiligung der sie umschlies-

senden Hülle, so dass die neuen Zellen gemeinschaftlich von dieser umschlossen werden. Man sagt dann: es seien Tochterzellen in einer Mutterzelle eingeschlossen. In Folge fortgesetzter Theilung können sich die ersteren auf 8—10 und mehr innerhalb einer Mutterzelle belaufen.

Die endogene Zelltheilung kommt in eminenter Weise auch den befruchteten Eizellen als erstes Entwicklungsstadium zu und wird hier gewöhnlich als *Furchungsprocess* bezeichnet. Da dieser Vorgang in allerneuester Zeit vielfach untersucht worden ist und einige höchst interessante Besonderheiten zeigt, so möge er hier in Kurzem beschrieben werden. Als erste an dem befruchteten Ei hervortretende Erscheinung ist seit längerer Zeit das völlige Verschwinden eines der morphologischen Zellbestandtheile, des Zellkernes (hier auch *Keimbläschen* geheissen) bekannt; in diesem kernlosen Zustande wurde der Eizelle von *Häckel* die Bezeichnung *Monerula* beigelegt. Es ist jedoch durch *Oellacher* beobachtet worden, dass auch schon am unbefruchteten Ei (bei Fischen und Vögeln) sobald es seine Reife erlangt hat, dieser kernlose Zustand vorkommt. Mehrfache Erfahrungen lassen darauf schliessen, dass der Kern nicht innerhalb der Zelle zu Grunde geht, sondern dass er in Folge von Contractionen des Protoplasma's aus der Zelle ausgestossen wird. Nach *Oellacher*, welchem sich auch *Flemming* vollkommen angeschlossen hat, ist der sogen. *Richtungskörper* des Eies, d. i. eine helle, blasen- oder zapfenartige Inhaltportion desselben, deren Austreibung aus der Eizelle als eine ihrer ersten Veränderungen nach der Befruchtung bekannt ist, höchst wahrscheinlich identisch mit dem Keimbläschen. Nun entsteht in der kernlosen Eizelle eine eigenthümliche radiäre Anordnung des Protoplasma's, indem von einem deutlich sichtbaren, jedoch nicht scharf umgrenzten, lichten Punkte aus, sich helle strahlenförmige Streifen durch die mit dichten Körnchen besetzte Zellsubstanz ziehen. In der Mitte dieses strahlenförmigen Gebildes entsteht nun ein deutlich begrenzter Kern. Das nächst beobachtete Bildungsstadium zeigt uns zwei nebeneinander gelagerte Radiärsysteme, ohne dass von dem früheren Kerne eine Spur zu erkennen wäre; bald aber entstehen zwei Kerne, welche der Mitte eines jeden Radiärsystemes entsprechend gelagert sind. Die beiden letzten breiten sich nun über das ganze Bereich der Eizelle aus und dort, wo sie sich berühren, entsteht die Trennung des Eies in zwei Zellen, von denen jede einen Kern besitzt. Das sind die sogen. *ersten Furchungskugeln.* Nun wiederholt sich in ähnlicher

Weise der Theilungsvorgang in den beiden neuentstandenen Segmenten des Eies, so dass es zur Bildung von vier und in weiterer Folge von zahlreichen Zellen (Furchungskugeln) kommt, welche als Tochterzellen von der gemeinschaftlichen Eihülle umschlossen werden. Ich muss bemerken, dass diese, dem Wesen nach den Mittheilungen *Oellacher's* entnommene Darstellung in etwas von der durch *Auerbach* und neuerdings auch durch *Flemming* und Andere gegebenen abweicht, und zwar hauptsächlich darin, dass nach einigen Forschern die Entstehung der Kerne nicht der Zelltheilung vorangehe, sondern dass sie erst in den entstandenen Theilungsprodukten sich bilden sollen. Erst von weiteren Untersuchungen muss die völlige Klarstellung dieses ganzen Vorganges erwartet werden. Man sieht aber, dass man es hier mit einem Zelltheilungsprocess zu thun hat, welcher nicht wie in anderen Fällen, durch die Theilung eines präexistenten Kernes eingeleitet wird, sondern vielmehr durch eine weitgehende Veränderung und Ausstossung desselben. Die sogen. Radiärsysteme sind durch *Auerbach* mit der Zerstörung des Kernes in Zusammenhang gebracht und dahin gedeutet worden, dass die Substanz des Kernes, indem sie sich strahlenförmig durch den Zellleib vertheilt, schliesslich mit dem letzteren völlig vermengt werde. Er bezeichnet daher das beschriebene radiäre Strukturverhältniss mit dem Namen der *karyolytischen Figur**). Es erhält dieser Vorgang bei der Furchung, welcher grösstentheils an Eiern niederer Thiergattungen beobachtet worden ist, aber noch eine verallgemeinerte Bedeutung, nachdem *Klebs* bei der Regeneration der Pflasterepithelien an der Schwimmhaut des Frosches ähnliche Verhältnisse gefunden hat. Die jungen, aus den unversehrten Zellen der Nachbarschaft hervorgegangenen Zellen zeigten dort ebenfalls keinen Kern, dieser bildete sich erst nachträglich, in Gestalt heller, elliptischer Flecke innerhalb einer zarten Strahlenfigur, welche durch die radiäre Anordnung der im Protoplasma enthaltenen Körnchen erzeugt wurde. *Klebs* führt weiters an, dass die Kernkörperchen ausserhalb dieser hellen Ellipsoide entstehen und in dieselbe eintreten.

Eine andere Art der Zelltheilung ist die sogen. *Knospung*. Ihr Wesen liegt darin, dass von einer Zelle an einer oder mehreren Stellen kleine knospenartige Vortreibungen gebildet werden, welche sich abschnüren und zu selbständigen Zellen werden können. Sie

---

*) *Το κάρυον* die Nuss, der Kern; *λύω* ich löse.

ist an den Eiern niederer Thiere und bei den Hefepilzen beobachtet worden und gilt wahrscheinlich auch für die vielkernigen Riesenzellen.

Die Zelltheilung kann in verhältnissmässig kurzer Zeit ablaufen. In einem von *F. E. Schultze* mit vollster Schärfe beobachteten und von *W. Flemming* mitgetheilten Falle von Theilung einer Amöbe, bedurfte die Theilung des Kernes nicht mehr als etwa 1½ Minuten, die unmittelbar darauf folgende Abschnürung des Zellkörpers etwa 8 Minuten.

Alle diese verschiedenen Arten der Zellvermehrung gehen höchst wahrscheinlich unter dem Einflusse der Contractilität des Protoplasma's vor sich. Ob aber diese allein die Abschnürung des Zellkörpers veranlasst, ist nicht zu entscheiden. Es sind zwar hierüber verschiedene Anschauungen bekannt geworden, von welchen man indessen kaum sagen kann, dass sie über das Stadium der Vermuthung hinausgehen. Nicht ohne Berechtigung dürfte die Ansicht *Kleinenberg's* sein, dass in Folge von Cohäsionsdifferenzen der Zusammenhang des Protoplasma's an den Theilungsstellen aufgehoben werde.

Es wäre nun noch die Frage zu erörtern, ob aus einer Zelle immer nur ihr gleichartige Individuen entstehen, oder ob unter Umständen auch eine Zellenart aus einer anderen hervorgehen könne. Was wir darüber sicher wissen ist folgendes. Alle verschiedenen Zellenarten des Thierkörpers gehen in letzter Linie aus einer, — der Eizelle — hervor und die erste Anlage der Muskelzelle zeigt uns keinen Unterschied von der einer Epithel- oder Bindegewebzelle. Ist aber einmal der Thierkörper aufgebaut, so scheint es, dass zum mindesten unter physiologischen Verhältnissen aus der Epithelzelle nur wieder eine solche, aus der Muskelfaser eben nur wieder eine Muskelfaser gebildet werden könne. Allerdings gibt es eine Zellenart, die lymphoiden Zellen, für welche Anhaltspunkte zu der Annahme vorliegen, dass sie auch im erwachsenen Thierkörper noch sich zu gewissen anderartigen Zellformen ausbilden können. Schon seit langer Zeit hat sich die Anschauung eingebürgert, dass die farbigen Blutkörperchen aus ihnen hervorgehen. Wenn auch eine solche Umwandlung noch immer nicht direct beobachtet worden ist, so sprechen doch mehrfache, gewichtige Thatsachen dafür und können andererseits keine belangreichen Einwendungen dagegen vorgebracht werden. Wenn wir also diese Umwandlung der farblosen Blutkörperchen als höchst wahrscheinlich bezeichnen müssen, so ist es aber auch die einzige,

welche wir heute überhaupt gelten lassen können. Nachdem durch *Cohnheim* die hochwichtige Thatsache entdeckt worden war, dass die farblosen Blutzellen durch die Gefässwand hindurchtreten und in die verschiedenen Gewebe einwandern können, hat dieser Forscher zunächst den Ursprung der organisirten Formelemente des Eiters — der sogen. Eiterzellen von ihnen abgeleitet. Bald darauf machte man die Erfahrung, dass die farblosen Blutzellen sehr leicht fein vertheilte in das Blut eingespritzte Farbstoffkörnchen in sich aufzunehmen und auf ihren Wanderungen mit sich zu führen vermögen. Erhielt man ein Thier, an welchem diese Operation vollzogen worden war, längere Zeit am Leben, so zeigte sich, dass an den verschiedensten Oertlichkeiten dieser Farbstoff in den Gewebszellen (Bindegewebe, Epithel, Drüsen u. s. w.) abgelagert sei. Von vielen Seiten hielt man sich nun zur Behauptung berechtigt, dass diese Gewebszellen früher farblose Blutkörperchen gewesen und sich aus ihnen heraus entwickelt hätten und es gab nun fast keine Zellenart des thierischen Körpers, für welche nicht durch einen oder den andern Autor die Möglichkeit ihrer Entstehung aus den farblosen Blutkörperchen reclamirt worden wäre. Es ist jedoch darin in letzterer Zeit eine gewisse Ernüchterung eingetreten und wir können heute sagen, dass für keine einzige Gewebszelle die directe Entwicklung aus einer farblosen Blutzelle mit voller Sicherheit beobachtet worden ist. Der Umstand, dass eine Gewebszelle Farbstoffkörnchen enthält, welche in das Blut eingespritzt worden waren, kann nichts beweisen, da ja der Farbstoff, welchen die wandernde Blutzelle in das Gewebe getragen hatte, von dieser abgestossen und von einer andern Zelle wieder aufgenommen werden konnte. Auch scheint es nach neueren Erfahrungen nicht unwahrscheinlich, dass Farbstoffkörnchen selbst ohne Vermittlung von Zellen die Gefässwände durchdringen können.

Es kann endlich nicht verschwiegen werden, dass von manchen und selbst von gewichtigen Seiten her die Bildung von Epithelzellen aus Zellen des Bindegewebes für den fertigen Thierkörper behauptet und zu erweisen versucht worden ist. Jedoch sind die beigebrachten Beobachtungen und Argumente nicht sicher genug, um für jetzt gegenüber mannigfachen dagegen sprechenden Bedenken das Feld behaupten zu können.

Das Wachsthum der Zellen. Ist die Zelle einmal fertig gebildet, so kann sie noch sehr bedeutend an Volumen zunehmen.

Häufig geschieht dies nach allen Richtungen gleichmässig, und es erhält sich die ursprüngliche Form der Zelle wie z. B. bei den Eizellen. In der Mehrzahl der Fälle ist aber das Wachsthum ein ungleichartiges, entweder vorwiegend nach einer Richtung hin strebendes, wie z. B. bei den Linsenfasern, Muskelfasern, oder die Zelle breitet sich der Fläche nach aus, so dass aus ihr eine Platte entsteht, welche umsomehr an Dicke abnimmt, je breiter sie wird (Zellen des geschichteten Pflasterepithels), oder aber es wachsen unter gleichzeitiger Vergrösserung des Zellkörpers an diesem verschiedenartige Ausläufer aus (Ganglienzellen, sternförmige Pigmentzellen u. s. w.). Es geht also in diesen Fällen das Wachsthum der Zellen mit einer Formveränderung einher.

Die Grösse des einer jeden Zelle zukommenden Wachsthums ist eine äusserst verschiedene. Verhältnissmässig gering ist sie z. B. bei den Blutzellen und bei den Epithelzellen der verschiedenen Art, während andere, wie Ganglienzellen, Muskelfasern u. s. w. eine ganz enorme Grösse erreichen können. Eigenthümlich ist es, dass gewisse Zellenarten, namentlich Epithel- und Drüsenzellen, sowie auch Endothelzellen schon in früher Embryonalzeit fast ganz ihre definitive Grösse erreichen, während andere wie Muskelfasern sich so lange vergrössern als überhaupt die Wachsthumszeit des Individuums andauert. Damit steht im Zusammenhang, dass die Organe und Organtheile, deren Bestandtheile die letzteren sind, fast ausschliesslich durch Vergrösserung ihrer Elementartheile, andere aber nur durch fortwährende Bildung neuer Elemente ihr Wachsthum fortzusetzen vermögen. Worin der Grund dieser Verschiedenheit zu suchen sein möge, ist bis jetzt ganz unaufgeklärt. Wahrscheinlich ist der Boden, auf welchen eine Zelle je nach ihrer Bestimmung gelangt, die Ernährungsverhältnisse der Umgebung u. s. w., dafür von Bedeutung. Für das einseitige Wachsthum hat man die Contractilität der Zelle als Erklärungsgrund herangezogen, andererseits aber auch mechanischen Einwirkungen (Dehnung) eine Rolle zugetheilt.

Für gewisse Zellen scheint es keinem Zweifel zu unterliegen, dass die Grösse und Form, in welche sie hineinwachsen, wesentlich von den localen Raumverhältnissen abhängig sind; so erhalten die Leberzellen dort concave Ausschnitte, wo sie an Capillargefässe stossen; auch die mannigfachen Formen der Zellen geschichteter Epithelien mögen sich daraus erklären lassen.

An dem Wachsthum der Zellen betheiligen sich alle ihre Be-

... auch nicht in gleichem Maasse. Der Zellkern ... nachdem er einmal gebildet ist, meistens nur sehr wenig ... Volum zu, ja es gibt Zellen, in denen wir in der Fötal- ... grössere Kerne finden, als an dem erwachsenen ... z. B. Leberzellen. Es kann unter Umständen an ihm ... Formveränderung als Wachsthumserscheinung auftreten; ... sich gewöhnlich der Kern in die Länge bei einseitigem Wachsthume der Zelle oder er plattet sich ab, wenn eine Zelle sich ... Fläche nach vergrössert. Den hauptsächlichsten Antheil am ... nimmt offenbar der Zellkörper — das Protoplasma. Man beobachtet dabei entweder eine einfache Zunahme der Masse der Zellsubstanz, ohne dass sich ihre uns wahrnehmbare Eigenschaften verändern, oder aber es entwickeln sich gleichzeitig in derselben eigenthümliche Strukturverhältnisse, welche in Folge von optischer Differenzirung einzelner Theilchen unserer Beobachtung zugänglich werden (am auffälligsten am quergestreiften Muskel), oder aus chemisch differentem Verhalten gewisser Theile des Zellkörpers sich erschliessen lassen. So kann sich in dem Zellkörper eine Art von Gehäuse formen, welches das lebensfähige Protoplasma in sich schliesst. Solche Zellen heisst man *Oikoblasten**).

Nicht selten erfolgt im Laufe der Existenz einer Zelle eine gewisse Erhärtung oder Verdichtung der oberflächlichsten Schichten des Zellkörpers, so dass er eine Art von Umhüllung erhält, welche aber wie schon erwähnt, keineswegs als eigentliche Zellmembran aufgefasst werden darf, da sie nicht etwas von dem Zellkörper räumlich Gesondertes ist. Solche Verdichtungsschichten erstrecken sich nicht immer auf die ganze Oberfläche einer Zelle, sie können nur einen kleinern oder grössern Theil derselben in Anspruch nehmen, sie können auch ein eigenthümliches optisches und chemisches Verhalten gegenüber dem übrigen Zellkörper, ja selbst gewisse Texturverhältnisse zeigen (z. B. der sogen. Basalsaum der Cylinderepithelzellen des Darmes). *Kölliker* hat solche den Zellen oberflächlich anhaftende differenzirte Schichten als *Cuticularbildungen* bezeichnet, sie jedoch nicht als umgewandelte Theile der Zelle betrachtet, sondern als erhärtete Ausscheidungen derselben. Es ist zu bemerken, dass diese Cuticularbildungen, wenn sie die freien Oberflächen aneinandergereihter

*) Οἶκος ὁ das Gehäuse.

Zellen bedecken, sich mit der Zeit zu selbständigen continuirlichen Häutchen umwandeln können. Ist eine wahre Zellmembran vorhanden, so nimmt sie während des Wachsthums der Zelle selbstverständlich an Ausbreitung zu, gewöhnlich aber auch an Dicke und kann wohl selbst eine geschichtete oder gestreifte oder poröse Beschaffenheit erlangen.

Als eine zu besonderer Grösse herangewachsene Zellenart müssen die sogen. *Riesenzellen (Myeloplaques)* hier noch erwähnt werden. Es sind dies grosse unregelmässig geformte, membranlose Protoplasmahaufen mit mehreren, selbst zahlreichen Kernen, welche man zuerst im Knochenmarke, später aber auch an verschiedenen anderen Orten und zwar grösstentheils unter pathologischen Zuständen gefunden hat. Man ist derzeit über ihre morphologische Bedeutung noch nicht ganz im Reinen, doch liegen Beobachtungen vor, wo man sie direct aus farblosen Blutkörperchen entstehen sah. Andererseits aber können sie durch Knospenbildung wieder das Material für andere kleinere Zellen abgeben.

Bedeutung der einzelnen Zellbestandtheile. Nachdem wir in den vorstehenden Blättern die wichtigsten morphologischen und vitalen Eigenschaften der Zellen kennen gelernt haben, ist es an der Zeit, dass wir uns die Frage stellen: Welche Bedeutung kommt den einzelnen Bestandtheilen der Zelle zu, was ist das Wesentliche an der Zelle? Bei allen Erscheinungen, welche wir an der lebenden Zelle zu erörtern hatten, haben wir gesehen, dass das Protoplasma es ist, welchem die hauptsächlichsten Rollen zugetheilt sind. Wenn wir auch nicht läugnen können, dass dem Zellkern ein Antheil an dem Stoffwechsel zukommt, so sind doch die uns sichtbaren Aeusserungen desselben zum grössten Theile an das Protoplasma geknüpft. Nur in ihm finden wir die nachweisbaren Produkte des Stoffwechsels (Fett, Pigment, Schleim, Kristalle) während der Kern niemals derartiges in sich schliesst. In ihm laufen die Bewegungserscheinungen ab, gegen welche sich der Kern nur passiv verhält; auch die Vermehrung und das Wachsthum geschehen vorzugsweise auf Kosten des Protoplasma's. Fügen wir noch hinzu, dass die morphologische Bedeutung der Zellen ebenfalls zum grössten Theile auf ihm beruht, so werden wir keinen Augenblick Anstand nehmen, in dem Protoplasma den wesentlichsten Bestandtheil der Zelle zu suchen.

Ganz anders gestaltet sich die Sache, wenn wir die Frage

so stellen: Kann das Protoplasma für sich allein die Bedeutung einer Zelle, eines Elementarorganismus in Anspruch nehmen? Dürfen wir gegebenenfalls einen Klumpen Protoplasma's, an welchem wir keinen Kern nachweisen können, eine Zelle nennen? Oder ist der Kern trotz seiner scheinbar untergeordneten Bedeutung ein unabweisbar nothwendiger Bestandtheil der Zelle? Wenn auch vor nicht gar langer Zeit *Leydig* und *M. Schultze* noch die letztere Frage entschieden bejahend beantwortet hatten, sind wir durch das Gewicht inzwischen entdeckter Thatsachen gezwungen, nach dem Vorgange *Brücke's* den Begriff der Zelle auch auf kernlose Elementar-Organismen auszudehnen. Es hat sich nämlich gezeigt, dass die unterste Grenze der Thierwelt von kernlosen Gebilden repräsentirt wird, welchen alle Funktionen organisirter Individuen zukommen *(Häckel's Protisten)*; man hat kernlose Monaden- und Amöben-Species gefunden, die Entstehung junger Pflasterepithelzellen in der Froschhaut in Form von kernlosen Blasen beobachtet; dazu die sprechende Erscheinung, dass die thierische Eizelle in kernlosem Zustande sich anschickt zur Bildnerin des complicirtesten Thierleibes zu werden; diese Thatsachen zusammengenommen fordern unbedingt, dass wir den Begriff der Zelle auf alle jene zu morphologischen Individuen geformten protoplasmatischen Elementartheile ausdehnen, welche aus sich zu den Funktionen eines organisirten Wesens — Ernährung, Erhaltung, Fortpflanzung — befähigt sind. Es ist aber schon früher bemerkt worden, dass es im Leibe höher stehender Thiere keine Zellen gibt, welche nicht einen Kern in sich schliessen, oder wenigstens zu irgend einer Epoche ihres Daseins einen solchen besitzen. (Für Zellen ohne Kern ist der Name *Cytoden* eingeführt worden.)

Ueber die Bedeutung des Kernes können wir uns heute noch viel weniger eine gegründete Vorstellung machen, als zu der Zeit wo man in der Theilung eines präexistenten Kernes den nothwendigen Vorläufer der Zellenvermehrung erblickte. Man hielt ihn damals gewissermassen für das Reproductions-Organ der Zelle. Nach den Thatsachen, welche wir oben bei Besprechung des Furchungsprocesses vorgeführt haben, sind wir zu einer solchen Vorstellung gewiss nicht mehr berechtiget.

Noch weniger als der Kern, kann die Zellmembran, wo eine solche vorhanden ist, als wesentlich für den Bestand der Zelle angesehen werden. Alle jungen und überhaupt die meisten jener

Zellen, in welchen die Lebenserscheinungen am deutlichsten hervortreten, entbehren der Membran gänzlich. *M. Schultze* hat sogar das Vorhandensein einer solchen als ein Zeichen des Alterns der Zelle gedeutet. (Wenn man eine kernhaltige Zelle ausdrücklich als hüllenlos bezeichnen will, gebraucht man für sie den Namen *Protoblast.)* Die Zellmembran hat offenbar nach zwei Richtungen hin eine Bedeutung für die Zelle, einerseits unterliegt es keinem Zweifel, dass der Stoffaustausch zwischen Zelle und Umgebung gewisse Modificationen erleiden muss, sobald derselbe durch eine chemisch und physikalisch von der Zellsubstanz differente Membran hindurch stattfindet. Es lässt sich nicht angeben, worin qualitativ diese Modificationen bestehen mögen, wohl aber darf man mit Grund vermuthen, dass die Quantität des Stoffaustausches durch das Dazwischentreten der Zellmembran eine geringere werden dürfte. In anderer Beziehung ist die Zellmembran für die physikalische Beschaffenheit der Zelle von Bedeutung, da sie offenbar eine grössere Festigkeit und Resistenzfähigkeit derselben bedingt. Es scheint denn auch bei gewissen Zellenarten die Erhaltung der morphologischen Individualität nur durch die Anwesenheit einer Membran ermöglicht zu sein. Ein gutes Beispiel dafür bietet uns die Fettgewebszelle dar. Wir finden in ihrem Jugendzustande keine Spur einer Membran; erst dann, wenn sich in ihr eine gewisse Menge von Fett angehäuft hat, wird eine solche nachweisbar. Es wäre dann die verhältnissmässig geringe Menge des Protoplasma's allein wohl kaum mehr im Stande den ganzen Inhalt der Zelle zusammenzuhalten. In ähnlicher Weise dürfte auch die unter dem Namen *Sarkolemma* bekannte Hülle der quergestreiften Muskelfasern dazu dienen, um die Form derselben unter allen Verhältnissen zu bewahren. (Es ist allerdings zweifelhaft, ob die Hüllen der genannten beiden Zellenarten strenggenommen als eigentliche Zellmembran betrachtet werden dürfen.)

Gegenseitige Beziehungen der Zellen zu einander. Dieselben müssen sowohl vom morphologischen Standpunkte aus, als auch nach der functionellen Seite hin in's Auge gefasst werden. In letzterer Hinsicht sei folgendes bemerkt. Die Selbständigkeit der einzelnen Zellen-Individuen hat ihre gewissen Grenzen nicht nur bezüglich ihrer inneren, nutritiven Lebensverhältnisse, sondern auch in ihrer nach Aussen gerichteten Thätigkeit. Veränderte Lebensbedingungen, welche in Folge einer äusseren Ursache nur eine be-

diese lymphoiden Zellen nicht selten zu grösseren oder kleineren Gruppen aneinander geklebt, wohl auch dem Deck- oder Objektglas, oder an anderen im Präparate enthaltenen Körpern adhärirend, so dass Flüssigkeitsströmungen, auf irgendwelche Weise in dem Präparate erzeugt, sie meist nicht von ihrem Standorte wegzuschwemmen vermögen. Der Grund für dieses leichte Anhaften der lymphoiden Zellen liegt nach *Hering* theils in der klebrigen Beschaffenheit ihrer Substanz, theils aber in der Unebenheit ihrer Oberfläche.

Die Fähigkeit, amöboide Bewegungen auszuführen, kommt ihnen im hohen Grade zu; auch Theilungsvorgänge wurden vielfach an ihnen beobachtet. Diese lymphoiden Zellen sind es auch, welchen man meistentheils Transmutationen zu anderen Zellenarten zugeschrieben hat, worüber schon oben das Nöthige bemerkt worden ist.

a) **Lymphzellen** (*Lymph-* oder *Chyluskörperchen*). Sie sind neben mehr oder weniger reichlich vorhandenen Fetttröpfchen und kleinen molecularen Körnchen in der Lymphflüssigkeit suspendirt. Ihre Grösse, sowie ihr äusseres Aussehen ist so ziemlich mannigfaltig. Von den grössten mit zahlreichen, stark lichtbrechenden Körnchen durchsetzten Zellen bis zu 14μ Durchmesser gibt es die verschiedenartigsten Uebergangsformen zu ganz kleinen, kaum 4—5μ messenden Zellen, an denen es nur schwer gelingt, um den Kern herum eine dünne Zone von Protoplasma nachzuweisen. In dem Inhalte kleiner Lymphgefässe trifft man meist spärliche, kleinere, in den Hauptstämmen aber zahlreiche, fast ausschliesslich grosse Zellen. Der Umstand, dass man sie stets reichlicher dort vorgefunden hat, wo die Lymphe bereits Lymphdrüsen passirt hat, deutet darauf hin, dass sie aus denselben entstammen. Sie können gleich lymphoiden Zellen des Blutes (siehe unten) die Gefässwände durchsetzen und als Wanderzellen in die verschiedenen Gewebe gelangen. Genauere Angaben über ihre Mengenverhältnisse liegen derzeit nicht vor; sie hängen aber jedenfalls mit dem Funktionszustande des Körpertheiles zusammen, von welchem die Lymphe herstammt.

b) **Farblose Blutzellen** (*weisse Blutkörperchen*). Sie unterscheiden sich nach ihren morphologischen Charakteren in nichts von den Lymphzellen und sind offenbar mit ihnen identisch, da sich ja die Lymphe sammt ihren geformten Bestandtheilen in den venösen Blutstrom ergiesst. Die Anzahl, in welcher sich lymphoide Zellen im Blute finden, ist eine äusserst inconstante. Ausser beträchtlichen individuellen Schwankungen hat man gefunden, dass sie im Hunger-

zustande sich sehr stark vermindern, während der Verdauung sich vermehren. Ausserordentliche Schwankungen ihrer Menge findet man unter abnormen Verhältnissen. Sehr stark vermehrt sind sie bei Leukämie, bei lange andauernden Eiterungsprozessen, in der ersten Zeit des Wochenbettes, nach ausgiebigen Aderlässen. Vermindert aber bei Erysipelen und Wechselfieber, bei sehr herabgekommenen Individuen überhaupt. Unter dem Einflusse kräftigender Arzneien (Chinin, bitterer Extracte) wird ihre Zahl in kurzer Zeit stark vermehrt. Auch die verschiedenen Blutarten verhalten sich an demselben Individuum nicht ganz gleich; venöses Blut ist meist reicher an farblosen Zellen als arterielles, am reichsten das Blut der Milzvene.

Die lymphoiden Zellen des Blutes haben in hervorragendster Weise das Interesse der Histologen in Anspruch genommen, seitdem man ihre Fähigkeit kennen gelernt hat, durch die Wandungen der Blutgefässe hindurchzutreten. (*Cohnheim*). Diesen Vorgang kann man sich am besten an dem Mesenterium des Frosches in der folgenden, dem Wesentlichen nach von *Hering* angegebenen Methode zur Anschauung bringen. Auf ein Glastäfelchen, von solcher Grösse, dass ein Frosch bequem untergebracht werden kann, kittet man mittelst Asphaltlack ein hufeisenförmig zugeschnittenes Stück Holz oder Kork von nicht ganz 1 Cm. Höhe und überdeckt dasselbe mit einem etwa 4□Cm. grossen viereckigen Glasplättchen, welches in derselben Weise befestiget wird. Ist dieser einfache Apparat vorbereitet, so eröffnet man einem curarisirten Frosche durch einen etwa 3 Cm. langen Einschnitt entlang der rechten Achsellinie die Bauchhöhle, mit der Vorsicht, dass der Schnitt nicht zu nahe an das Vorderbein heranreiche, da man sonst die Seitenvene des Thieres verletzen würde. Nun hebt man mit einer Pincette vorsichtig eine Darmschlinge heraus, legt sie auf die Bauchfläche des Thieres um und schiebt zwischen beide ein Deckgläschen ein. Mit Hilfe zweier kleiner Pincetten kann man leicht den Darm so lagern, dass das Mesenterium allerseits unmittelbar dem Deckgläschen anliegt. Ist dies geschehen, so überträgt man den Frosch auf die Glasplatte, so, dass die Bauchwunde an die Oeffnung des hufeisenförmigen Korkstückes zu liegen kommt, und schlägt das Deckgläschen sammt dem Darm auf dasselbe herüber. Man kann dann mit jeder beliebigen Vergrösserung, auch mit Immersionslinsen sehr bequem und Tage lang untersuchen. Lageveränderungen des Präparates, durch Contractionen

der Darmmuskulatur manchmal hervorgerufen, lassen sich sehr leicht mit Hilfe von stumpfen Nadeln oder Pincetten wieder ausgleichen. Wählt man sich nun unter den vorliegenden Blutgefässen eine kleinere Vene aus, so sieht man zunächst, wie manche farblose Blutzellen der Gefässwand zeitweilig adhäriren, überhaupt sich viel langsamer vorwärts bewegen, als die gefärbten. Nach einigem Suchen wird man eine oder die andere Stelle des Präparates finden, wo eine farblose Zelle durch lange Zeit der Gefässwand anhaftet, und nach verschiedenen Richtungen hin Fortsätze aussendet. Besonders günstig hiezu sind Gefässabschnitte, in welchen der Blutstrom sehr verlangsamt ist. Hat man ein farbloses Blutkörperchen vor sich, welches eben in der Auswanderung begriffen ist, so erscheint dasselbe durch den Seiten-Contour der Gefässwand, wie eingeschnitten, man kann zusehends verfolgen, wie der im Innern des Gefässes befindliche Theil desselben allmälig kleiner wird und endlich verschwindet, während der ausserhalb gelegene sich fort und fort vergrössert, bis endlich das ganze Körperchen der Aussenseite der Gefässwand anliegt, ja sogar von derselben sich allmälig mehr und mehr entfernt. An den grösseren Blutgefässen des Mesenteriums, welche von Lymphräumen umgeben sind, beobachtet man namentlich das Ueberwandern der lymphoiden Zellen aus der Blutbahn in die Lymphbahn, eine Thatsache, welche von *Hering* zuerst gesehen und zur Erklärung des Vorkommens von lymphoiden Zellen an solchen Abschnitten des Lymphstromes, welche noch keine Lymphdrüse passirt haben, benützt worden ist.

Die Bedingungen, welche zu dieser Ueberwanderung der lymphoiden Blutzellen führen, sind nach *Hering* wesentlich mechanischer Natur. Der Vorgang selbst, der Filtration colloider Flüssigkeiten vergleichbar, wird begünstigt durch die Klebrigkeit der Zellsubstanz und steht in erster Linie unter dem Einflusse der Spannung und Geschwindigkeit des Blutes, kann aber durch die Contractilität der Zellen entweder gefördert oder gehemmt werden.

Ausser den gewöhnlichen Formen der lymphoiden Zellen findet man im Blute nicht selten — nach einigen Angaben häufiger bei Fieberkranken — farblose Zellen, welche dicht von kleinen undurchsichtigen Kügelchen und Körnchen durchsetzt sind (Körnchenzellen); sie werden von mancher Seite als in Untergang begriffene farblose Blutzellen angesehen.

c) **Wanderzellen.** Jene lymphoiden Zellen, welche man nament-

lich in dem fibrillären Bindegewebe, aber auch zwischen Epithel- und Drüsenzellen in ganz inconstanter Weise auftreten sieht, ohne dass sie einen wesentlichen Bestandtheil dieser Gewebe ausmachten, hat man mit dem Namen Wanderzellen belegt, weil sie sich in der Regel durch auffallende Ortsveränderungen bemerkbar machen. Nach den bereits früher angeführten Thatsachen ist man wohl berechtigt, sie als identisch mit den lymphoiden Zellen der Lymphe und des Blutes zu betrachten. (Allerdings haben *Stricker* und *Norris,* sowie *v. Recklinghausen* gesehen, dass bei Entzündungsprozessen auch aus fixen Bindegewebszellen [Hornhaut] wandernde Zellen hervorgehen können.) Ueber ihre Bedeutung und ihre weiteren Schicksale herrscht noch ein gewisses Dunkel. Nach *Rouget's* Untersuchungen am Schwanze der Batrachierlarven, welches Object als das günstigste zu ihrer Beobachtung empfohlen werden kann, legen die Wanderzellen weite Strecken im Körper zurück, und nehmen farbige Blutkörperchen, welche allenfalls ausgewandert sind, in ihren Leib auf. Die letzteren zerfallen, ihr Farbstoff wird in Melanin umgewandelt und bleibt in den Wanderzellen angesammelt (Melanocyten). Aus diesen Melanocyten sollen sich in weiterer Folge alle die verschiedenen Pigmentzellen der Batrachier entwickeln.

d) **Die lymphoiden Zellen des adenoiden Gewebes.** An den verschiedensten Stellen des Körpers finden wir, meist in innigen Beziehungen zu dem Lymphgefäss-Systeme stehend, eine Gewebsform, welche auf den ersten Anblick hin ausschliesslich aus einer Anhäufung von lymphoiden Zellen zu bestehen scheint. Thatsächlich aber sind diese in den engen Räumen eines zarten Maschengewebes enthalten, welches durch eigenthümlich ramificirte Bindesubstanzzellen hergestellt wird. (Siehe den entsprechenden Abschnitt.) Durch Zerzupfen dieses Gewebes in frischem Zustande, und bei Benützung indifferenter Zusatzflüssigkeiten, kann man diese lymphoiden Zellen isolirt zur Ansicht bringen. Jedoch gelingt es nicht immer leicht, dieselben ganz unversehrt zu erhalten; man findet vielmehr in Zupfpräparaten sehr häufig frei umherschwimmende Kerne, denen an einer oder der anderen Stelle ein Protoplasmarest anhängt, überhaupt verschieden gestaltete Trümmer von Zellen. Die klebrige Beschaffenheit ihrer Oberfläche mag wohl zu dem innigen Aneinanderhaften derselben Veranlassung geben. Wohl isolirte Zellen sind an Form, Grösse und Aussehen den lymphoiden Zellen des Blutes gleich.

Eine hervorragende Bedeutung haben die in Rede stehenden

Zellen dadurch erlangt, dass von ihnen die Abkunft der Lymphzellen hergeleitet wird. Man stellt sich das adenoide Gewebe als die Brutstätte vor, in welcher durch fortgesetzte Theilungsprozesse immer neue lymphoide Zellen entstehen. In Folge der innigen morphologischen Beziehungen dieses Gewebes zu den Lymphgefässen ist ein Uebertritt der fertigen Zellen in die letzteren recht gut denkbar. Wenn nun auch diese Annahme durch directe Beobachtungen nicht gestützt werden kann, so wird sie doch im hohen Grade glaubwürdig gemacht durch die Beobachtung *Kölliker's*, wornach sich der Chylus, welcher aus jenen Gegenden des Darmes stammt, wo das adenoide Gewebe stärker vertreten ist, stets durch grossen Zellenreichthum von dem anderen sich auszeichnet. Immerhin aber darf man nicht jede Lymphzelle als direkt und ausschliesslich dem adenoiden Gewebe entstammend ansprechen, seitdem *Hering* den Uebertritt derselben aus den Blutgefässen nachgewiesen hat.

e) **Die lymphoiden Zellen des Knochenmarkes.** Sowohl während der Bildung und des Wachsthumes der Knochen als auch im fertigen Zustande derselben, findet man in dem Knochenmarke lymphoide Zellen in wechselnder Zahl, am reichlichsten in dem sogen. *rothen* Knochenmarke (in den Epiphysen der Röhrenknochen, in den kurzen und platten Knochen), in geringerer Zahl dann, wenn dasselbe vermöge seines Fettreichthumes eine gelbe Farbe angenommen hat (Diaphysen). Sie werden gewöhnlich schlechthin als *Markzellen* bezeichnet und stimmen der Mehrzahl nach in ihrer äusseren Erscheinung mit den farblosen Blutzellen überein; manche von ihnen sind auch stärker granulirt, hie und da leicht gelblich gefärbt oder mit gelben oder braunen, krümmlichen Farbpartikelchen versehen. Man kann sich leicht diese verschiedenen Formen zur Ansicht bringen, wenn man einen möglichst frischen Knochen in einem Schraubstocke zerquetscht oder mit einem Hammer in Stücke schlägt und aus verschiedenen Stellen vom Knochenmark Proben herausnimmt und mit indifferenten Flüssigkeiten zerzupft. Ueber ihre Herkunft bestehen derzeit noch zwei verschiedene Anschauungen. Nach der einen gehen sie aus den Zellen jener temporären Knorpelanlagen hervor, welche beim Embryo die Stelle des werdenden Knochens einnehmen, und jener, welche noch später als Epiphysen-Fugen-Knorpel mit dem Wachsthum des Knochens im Zusammenhange stehen. Eine andere Ansicht geht dahin, dass Markzellen zugleich mit den Blutgefässen von Aussen in die Verknöcherungsherde ein-

dringen und in den dort entstandenen Markräumen sich durch Theilung vermehren. Sie würden nach dieser Ansicht aus den zellenreichen Schichten der Beinhaut entstammen, vielleicht auch zum Theile ausgewanderte Blutzellen sein. Für keine der beiden angeführten Anschauungen konnten bisher directe Beweise beigebracht werden.

Auch über die Bedeutung der Markzellen des Knochens ist man nicht ganz im Reinen. Während eine grosse Zahl von Histologen ihnen eine hohe Wichtigkeit für die Entstehung des Knochengewebes beilegen und sie als verwandt, wenn nicht völlig identisch mit den sogen. Osteoblasten — den eigentlichen Bildnern des Knochengewebes — ansehen, stellen sie für Andere eine mehr weniger indifferente Ausfüllungsmasse der Knochenräume dar. Nicht unwahrscheinlich ist es, dass aus ihnen das zarte Bindegewebe des Knochenmarkes sich entwickelt. Zweifellos erscheint endlich, dass sie durch Ansammlung von Fett in ihrem Innern sich zu wahren Fettzellen umwandeln können (im sogen. gelben Knochenmark). Man hat sich aber nicht darauf beschränkt, den Markzellen des Knochens eine mehr örtliche Bedeutung zuzuschreiben, sie sind auch mit der Bildung von gefärbten Blutkörperchen in Zusammenhang gebracht worden; ja es scheint, dass man von mancher Seite sogar geneigt ist, die hauptsächlichste Stätte der Blutbildung in das Knochenmark zu verlegen. (Siehe unten das Nähere.)

In die Reihe der lymphoiden Zellen müssen noch die sogen. **Speichelkörperchen** gestellt werden. Wenn man einen Tropfen frischen Mundspeichels mikroskopisch untersucht, so findet man in demselben neben anderen geformten Theilen auch kugelrunde, scharf umgrenzte, mit einem deutlichen Kern versehene Zellen von 8—11μ Durchmesser, deren Körper mit einer bedeutenden Menge kleiner distincter Körnchen durchsetzt ist. Die letzteren sind in lebhafter Molekularbewegung begriffen. Ausser diesen typischen Formen findet man nicht selten schon im frischen Speichel unregelmässige, theilweise eingeschnürte oder geschrumpfte Speichelkörperchen. Bei längerem Verweilen in kühlerer Temperatur verändern die meisten derselben ihre Form; die Molekularbewegung hört auf, die Zelle stirbt ab. Es scheint keinem Zweifel zu unterliegen, dass die Speichelkörperchen nichts anderes, als ausgewanderte farblose Blut- oder Lymphzellen darstellen, welche während des Aufenthaltes in dem fremden, an Wassergehalt dem Blutplasma weit überlegenen Medium

aufgequollen sind. Man kann in der That durch Zusatz von Speichel zu einer Blutprobe ganz analoge Veränderungen der farblosen Blutzellen erzielen. Das Sekret der glandula submaxillaris enthält mehr Speichelkörperchen als das der anderen Mundspeicheldrüsen.

Endlich sei noch erwähnt, dass normaler Weise in der Transsudatflüssigkeit der serösen Häute (Perikardium, Peritoneum u. s. w.) lymphoide Zellen vorkommen. Da nachgewiesen ist, dass offene Communicationen zwischen den Lymphbahnen und den serösen Höhlen bestehen, so kann man sie ohne Weiteres als Lymphzellen auffassen.

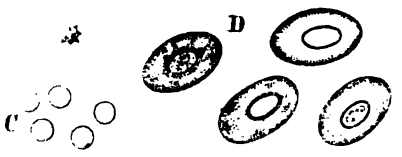
2) Farbige Blutzellen (rothe, gelbe Blutkörperchen).

Die heller oder tiefer roth gefärbte Blutflüssigkeit der Wirbelthiere verdankt ihre Farbe der Anwesenheit zahlloser kleiner, zelliger Gebilde, welche durch ihren Gehalt an Hämoglobin (Blutfarbstoff) vor allen anderen thierischen Zellen ausgezeichnet sind. Man fertigt sich ein Blutpräparat für die mikroskopische Untersuchung am besten so an, dass man ein etwa stecknadelkopfgrosses Tröpfchen ganz frisch aus dem Körper entquollenen Blutes mittelst eines trockenen, reinen Deckgläschens auffängt und dieses ohne Zusatzflüssigkeit unter ganz leisem Druck rasch auf einen Objektträger bringt. Es ist dabei zu bemerken, dass der Körpertheil, welcher das Blut liefern soll, vorher gut gereinigt und getrocknet werden muss, und dass wenn man das Blut sich selbst entnehmen will, dies am besten durch einen raschen Einstich mit einer feinen Nähnadel in die gespannte Haut einer Fingerbeere geschieht.

Die farbigen Blutzellen *des Menschen* haben die *Form* einer Kreisscheibe, welche nahe ihrem Rande am dicksten ist und gegen die Mitte zu sich allmälig verdünnt, indem ihre beiden Grenzflächen leicht eingehöhlt sind. Man kann sie daher ganz wohl mit einer biconcaven Linse vergleichen, deren Rand man sich sanft abgerundet denkt. Um sich davon zu überzeugen, fixire man zunächst ein isolirt gelegenes Blutkörperchen, welches dem Beschauer eine seiner Flächen zukehrt. Man wird dann eine kreisrunde Scheibe wahrnehmen, deren einzelne Abschnitte bei entsprechender Handhabung der Stellschraube sich durch verschiedene Grade von Helligkeit auszeichnen. (S. Fig. 3 A.) Bei höherer Einstellung erscheint der Rand der Blutzelle hell, ihre Mitte dunkel, bei tieferer Einstellung aber umge-

...d der Rand dunkel. Zwischen diesen beiden ...lutzelle einen hellen Rand und eine helle ...klere Zone. In allen diesen Fällen ist

3.



Farbige Blutzellen (Hartnack, Syst. VIII. Ocul. 2.)
Menschen; frisch, unverändert, in ihrer verschiedenen Erscheinung bei ...instellung des Tubus. Mehrere derselben aneinandergereiht vom Rande

... Vom Menschen, nach längerem Stehen des Präparates; zackige Formen.
C. Vom Menschen; nach Wasserzusatz.
D. Vom Frosche; frisch ohne Zusatzflüssigkeit.

...as Hell von dem Dunkel keineswegs scharf abgegrenzt, sondern es geht allmälig das eine in das andere über. Diese eigenthümliche Vertheilung des Lichtes ist durch die biconcave Form der Scheibe bedingt. Ein Kern ist ebenso wenig, wie eine Zellmembran wahrzunehmen. An manchen Stellen des Gesichtfeldes wird man ab und zu einer Blutzelle begegnen, welche dem Auge des Beobachters nicht die Fläche sondern den Rand zuwendet. Sie erscheint dann in Form eines von beiden Seiten her leicht eingebogenen Stäbchens und zeigt eine grössere Intensität der Färbung und einen geringeren Grad von Durchsichtigkeit als wie bei der Flächenansicht. Recht häufig hat man Gelegenheit die grösste Anzahl der in einem Präparate enthaltenen Blutzellen vom Rande her zu sehen, weil sie die Eigenschaft besitzen, sich mit Vorliebe mit ihren Flächen aneinander zu legen, so dass sie zu langen, geldrollenförmigen Reihen geordnet erscheinen. Am lehrreichsten ist die Beobachtung dann, wenn es gelingt ein und dasselbe Körperchen bald von der Fläche, bald von dem Rande her zu sehen, was häufig geschieht, wenn ein solches durch spontane oder künstlich erzeugte Strömungen im Präparate hin und hergetrieben wird. Man kann sich dann leicht von der angegebenen Formbeschaffenheit überzeugen.

Dieselbe Gestalt wie beim Menschen zeigen auch die Blutzellen der *Säugethiere*, nur bei den Kameelen und Lama's ist die Form

der Säugethiere eine ovale. Alle übrigen Wirbelthiere unterscheiden sich von den Säugethieren dadurch, dass ihre farbigen Blutzellen oval und kernhaltig sind (siehe Fig. 3 D.). Entsprechend der Stelle des central gelegenen ellipsoiden Kernes erhalten dieselben beiderseits eine Vorbauchung ihrer Oberfläche, so dass ihre Mitte dicker als der Rand, ihre Form eine biconvexe ist; sie werden daher nicht unzweckmässig mit Kürbiskernen verglichen. Nur bei Petromyzon zeigen die Blutzellen trotz der Anwesenheit des Kernes, eine ähnliche Gestalt wie sie den Säugethieren zukommt.

Charakteristisch für die gefärbten Blutzellen ist die Glätte und Schlüpfrigkeit ihrer Oberflächen, sowie die Weichheit, Dehnbarkeit und vollkommene Elasticität ihrer Substanz. Man kann sich hievon am besten unterrichten, während man in der oben angegebenen Weise den Blutkreislauf in dem Mesenterium des Frosches beobachtet. Man sieht da, wie sie im Gegensatze zu den lymphoiden Zellen leicht und rasch an jedem Vorsprung eines Gefässes vorbeischlüpfen, wie sie unter mannigfachen Veränderungen ihrer Form zwischen angesammelten lymphoiden Zellen sich durchzwängen, oder wie eine Blutzelle an der vorspringenden Kante einer Capillar-Bifurcation, gegen welche sie durch den Blutstrom hingeschleudert worden ist, unter den mannigfachsten Verkrümmungen ihres Leibes einige Zeit balancirt. So sehr aber ihre äussere Formen durch mechanische Einflüsse geändert werden mögen, sofort nach dem Aufhören derselben schnellen sie wieder in ihre normale Gestalt zurück, im Falle sie nicht ihre Continuität und ihre Lebensfähigkeit eingebüsst haben. . Von der Dehnbarkeit der Substanz der Blutzellen kann man sich auch eine Vorstellung verschaffen, wenn man an einem Blutpräparate das Deckgläschen unter leichtem Drucke hin und her schiebt; man erhält dadurch Verzerrungen der Blutzellen in der sonderbarsten Art. Eine active Bewegungsfähigkeit scheint den farbigen Blutzellen nach Allem, was wir bis jetzt wissen, nicht zuzukommen, nur an sehr jungen Hühner-Embryonen ist eine solche durch *M. Schultze* constatirt worden. Trotzdem besitzen sie ähnlich den lymphoiden Zellen die Fähigkeit durch die Gefässwände hindurch zu treten (Diapedesis), was besonders leicht und häufig an Fröschen beobachtet werden kann, welchen man früher eine Quantität von Kochsalzlösung in die Lymphsäcke eingespritzt hat.

Die *Dimensionen* der farbigen Blutzellen, so sehr sie auch bei den verschiedenen Wirbelthierklassen abweichen, sind doch für ein-

zelne Thierarten ziemlich constant. Für den Menschen beträgt der Durchmesser in der Fläche gewöhnlich 7—7·5 μ, der Dickendurchmesser 1·6 μ. Bedeutendere Schwankungen in der Grösse der menschlichen Blutkörperchen, welche von vielen Autoren, sowohl an einem und demselben, als auch zwischen verschiedenen Individuen angegeben werden, mögen wohl zum grossen Theile in Veränderungen der Blutzellen, welche nach der Herausnahme des Blutes aus dem Körper, oftmals ohne dass wir einen hinreichenden Grund dafür anzugeben wüssten, ziemlich rasch erfolgen, oder auch in der Ungleichartigkeit des Vorgehens bei Herstellung der Präparate ihren Grund finden. Differenzen geringeren Grades dürften durch die zeitweise wechselnde Concentration des Blutplasma's zu erklären sein. Zahlreiche Untersuchungen nach dieser Richtung liegen von *A. Schmidt, Harting* und *Welcker* vor. Nach diesen besitzt der Mensch fast unter allen Säugethieren die grössten farbigen Blutzellen. Grösser sind sie nur beim Elephant, beim Wallross und bei den Edentaten (*Gulliver*). Alle in unseren Klimaten heimischen Säugethiere besitzen kleinere Blutzellen und zwar sind die Unterschiede zum Theile sehr erheblich; so werden für den Hund 7·3, für die Katze 6·5, für das Pferd und für das Rind 5·6, für die Ziege 4·5 μ als mittlere Durchschnittsmaasse der Zellen angegeben. Die kleinsten sollen bei Moschus javanicus (2·5 μ) vorkommen. Etwas grösser als bei den Säugethieren sind die farbigen Blutzellen bei den Vögeln und Fischen; die allergrössten finden sich bei den Amphibien. Die des Frosches messen 22 μ in der Länge und 15·5 μ in der Breite. die des Proteus anguineus sogar 58, beziehungsweise 33—35 μ.

Da die angegebenen Grössen und Formen der Blutzellen für den Menschen und die verschiedenen Thiergattungen sehr constant sind, so können sie uns einen guten Anhaltspunkt für die Beurtheilung geben, ob eine vorliegende Blutprobe von einem Menschen oder von einer gewissen Thiergattung herstammen könne oder nicht, was besonders für forensische Zwecke mitunter von dem Gerichtsarzte gefordert wird. Verhältnissmässig leicht gestaltet sich die Antwort nach den vorstehenden Daten, für den Fall, als frisches Blut vorliegt. Der Gerichtsarzt wird es aber viel häufiger mit Blutflecken zu thun haben, welche seit längerer oder kürzerer Zeit eingetrocknet, vielleicht auch durch mannigfache Beschmutzung oder Waschversuche noch mehr verändert sind. In solchen Fällen sind die Blutzellen überhaupt unkenntlich geworden und trotzdem eine

Methode von Malassez angegeben worden ist, durch deren Hilfe sie [illegible] werden und ihre frühere Form und Grösse wieder zeigen sollen, so muss der hohen Wichtigkeit eines gerichtsärztlichen Ausspruches gegenüber, welcher sich nur auf ganz untrügliche Beobachtungen stützen darf, dringend gerathen werden, den Dimensionen von Blutzellen, welche bereits einmal eingetrocknet waren, keinen entscheidenden Werth beizulegen. In solchen Fällen kann höchstens entschieden werden, ob die Blutzellen kreisscheibenförmig oder oval waren, mitunter kann noch die Anwesenheit eines Kernes Aufschlüsse geben; in der Regel aber wird man sich begnügen müssen zu constatiren, dass überhaupt ein Blutflecken vorliegt. Als Mittel zur Aufweichung der eingetrockneten Blutflecken sind angegeben worden: Kalilauge, Jodkaliumlösung, arsenige Säure, eine Mischung von Schwefel-Aether und Amylalkohol, endlich Anfeuchtung mittelst Glycerin oder $^3/_4$% Kochsalzlösung und darauf folgende Tinction mit Anilin (Färbung der Kerne).

Die *Farbe* der einzelnen Blutzellen ist gelb, mit einem leichten Stich in's Grünliche und rührt von dem in ihnen gelöst enthaltenen Hämoglobin her. Liegen mehrere Blutzellen hinter einander, so geht die Farbe in verschiedene Nuancen von Roth über. Bei den kernhaltigen Blutzellen ist der Farbstoff auf den Zellkörper beschränkt.

Die *Zahl* der farbigen Blutkörperchen, welche in einer bestimmten Menge Blutes vorkommen, unterliegt sehr grossen Schwankungen. Ihre Bestimmung ist der Natur der Sache nach ausserordentlich schwierig und hat mit vielerlei Fehlerquellen zu kämpfen. Vor kurzer Zeit ist durch *L. Malassez* eine zweckmässige Modification der älteren *Vierordt'schen* Methode der Blutzellen-Zählung bekannt geworden. Sie besteht im Wesentlichen darin, dass ein Tropfen Blut mit einem bestimmten Quantum einer Flüssigkeit vermischt wird, welche die Eigenschaft besitzt die Blutzellen gut zu conserviren. Es ist dies eine Lösung von arabischem Gummi, schwefelsaurem Natron und Chlornatrium in bestimmtem Verhältnisse. Die Mischung wird in einem eigens construirten Apparate vorgenommen, das so verdünnte Blut in ein getheiltes, wohl calibrirtes und abgeplattetes Capillarröhrchen gebracht und in passender Glashülle auf den Objekttisch gesetzt. Das Ocular des Mikroskopes wird mit einer feinen quadratischen Gittertheilung montirt und mit Hilfe derselben die Anzahl der in einem bestimmten Theile des Capillarröhrchens enthaltenen Blutzellen gezählt. Die gefundene Zahl wird dann auf

einen Cub.-Mm. unvermischten Blutes berechnet. Durch Wiederholung der Zählungen unter verschieden abgeänderten Umständen sucht *Malassez* die Fehlerquellen möglichst zu vermindern. Die wichtigsten, von ihm nach dieser Methode erlangten Resultate (an Thieren gewonnen) sind folgende: In den verschiedenen Abtheilungen des arteriellen Gefäss-Systems lassen sich keine bemerkenswerthen Abweichungen der Zahl der farbigen Blutzellen feststellen; hingegen variirt sie in den einzelnen Bezirken des Venensystems sehr bedeutend. Im Allgemeinen besitzt das venöse Blut mehr Zellen als das arterielle. Besonders reich ist das der kleinen Hautvenen. Einen grossen Einfluss auf die Zahl der farbigen Blutzellen im Venenblut übt der Thätigkeitszustand des betreffenden Körpertheiles; so besitzt das venöse Blut des Mesenteriums während der Verdauung, das der Submaxillardrüse während der Speichelabsonderung einen geringeren, das Blut der Muskelvenen während der Contraction einen grösseren Gehalt an farbigen Zellen. Nach Durchschneidung des Sympathicus am Halse verringert sich ihre Zahl. Für die meisten Fälle kann nach *Malassez* die Verschiedenheit der Zahl der Blutzellen durch einen grösseren oder geringeren Plasmagehalt des Blutes erklärt werden. Nur für die Milz, in deren Venen besonders während der Verdauung der Reichthum an farbigen Zellen gegenüber der Arterie sehr bedeutend ist, müsste eine Vermehrung und für die Leber, deren Venenblut weniger farbige Zellen zeigt, eine Zerstörung der farbigen Blutzellen innerhalb des Organes angenommen werden. Speciell für den Menschen schwankt die Zahl der farbigen Blutzellen nach den verschiedenen Lebensbedingungen; sie nimmt zu nach körperlicher Anstrengung, nach einem heissen Bade. Nach längerem Aufenthalte in einer grossen Stadt sollen sie vermindert, nach einem Landaufenthalte vermehrt sein. Bezüglich der absoluten Menge der farbigen Blutzellen entnehme ich den Mittheilungen von *Malassez* folgende Daten: Der Mensch besitzt vier Millionen farbiger Blutzellen in einem Cub.-Mm. Blut, die Ziege hingegen 18 Millionen. Mit der Vergrösserung des Volumens der Blutzellen nimmt ihre Zahl ab; nur bei den Vögeln ist sie im Verhältniss zum Volumen grösser, als in den anderen Wirbelthierklassen. Einer früheren Beobachtung *Welker's* zufolge, bietet das Gesammtvolumen der farbigen Blutzellen, welche in einer bestimmten Menge Blut enthalten sind, trotz der grossen Schwankung in der Einzeln-Grösse der Blutzellen, bei den verschiedenen Thierklassen nur geringe Abweichungen, woraus hervorgeht,

dass die Gesammtoberfläche der Zellen in einer Bluteinheit bei den niederen Wirbelthierklassen eine weit geringere ist, als bei den Säugethieren und beim Menschen.

Aeusserst mannigfach sind die *Veränderungen*, welche an den farbigen Blutzellen nach ihrer Entfernung aus dem Körper unter verschiedenen äusseren Einflüssen erfolgen. Es können hier nur die allerwichtigsten angeführt werden.

Wenn man ein Präparat von Säugethierblut durch einige Zeit beobachtet, so wird man häufig schon nach einigen Minuten finden, dass an vielen von den einzeln liegenden, farbigen Blutzellen der Randcontour nicht mehr glatt, sondern fein gezähnelt erscheint. Diese Veränderung schreitet allmählig weiter vorwärts, bis endlich die ganze Oberfläche der Zelle wie mit kurzen Zacken besetzt ist. Während dem hat die Zelle ihre Scheibenform eingebüsst und ist beträchtlich kleiner geworden. Man bezeichnet solche Blutzellen als stechapfelförmig (siehe Fig. 3. B.). Es ist kein Zweifel, dass eine Verminderung des Wassergehaltes, gewissermassen eine Schrumpfung der Zellsubstanz zu dieser Formveränderung Veranlassung geben kann. Sie entsteht nicht nur dann, wenn das Blut der Verdunstung ausgesetzt ist, sondern auch bei Zusatz von $^1/_3$—1% Chlornatriumlösung. Aber auch nach Durchleitung von electrischen Entladungsströmen *(Rollet)* wird sie beobachtet, überhaupt unter Verhältnissen, wo man an einen Wasserverlust nicht denken kann. Diese Form soll überdies bei fieberhaften Krankheiten sehr häufig sein. Zusatz von Wasser entzieht den farbigen Blutzellen das Hämoglobin, sie quellen dabei zur Kugelform auf und verlieren nach und nach ihre Farbe, bis endlich von ihnen nichts mehr als ein sehr zarter, heller Kreiscontour wahrzunehmen ist (siehe Fig. 3. C). Der Durchmesser der Kugel ist kleiner, als früher der Durchmesser der Scheibe war; man kann daher sagen, dass die Blutzelle auf Kosten des Breitendurchmessers soviel an Dicke gewonnen habe, dass eine Ausgleichung sämmtlicher Durchmesser erfolgt ist. — Stark verdünnte Säuren haben einen ähnlichen Erfolg. Ebenso verdünnte Alkalien, jedoch laufen die Veränderungen bei Einwirkung der letzteren rascher ab und es kommt bald zur völligen Auflösung der Zellen. Die Neutralsalze der Alkalien erzeugen bei mittlerer Concentration gewöhnlich die sogen. Backschüsselform der Blutzellen d. h. ihre mittlere Parthie wird nach einer Seite hin tief abgebogen. Nach Abkühlung des Blutes bis zum Gefrieren oder auch nach

längerem Verweilen in einer Temperatur zwischen 40—50° C. geben die Blutkörperchen ebenfalls ihren Farbstoff an das Plasma ab und werden kugelig. Erwärmt man jedoch rasch auf 52° C., so entfärben sie sich nicht, sondern bekommen tiefe Einkerbungen und zerfallen endlich in mehrere kleinere kugelige Theilchen. *(Rollet.)*

Es muss noch bemerkt werden, dass bei allen diesen Reactionen sich stets einzelne der farbigen Blutzellen weniger empfindlich zeigen und den genannten Einflüssen längere Zeit wiederstehen, eine Eigenthümlichkeit, welche bis jetzt noch nicht aufgeklärt ist.

Das Verhalten der kernhaltigen Blutzellen gegen die genannten äusseren Einflüsse ist im Wesentlichen dasselbe; eine besondere Erwähnung verdient jedoch ihre Reaction auf den Zusatz von 2% Borsäure *(Brücke)*. Es zieht sich dabei, ohne dass die Gesammtform der Zelle eine wesentliche Veränderung erleidet, der ganze Farbstoff in die Umgebung des Kernes zurück, so dass der grösste Theil der Blutzelle farblos wird, oder aber es erstrecken sich von der in der Mitte liegenden gefärbten Masse mehrere strahlenförmige Fortsätze bis an die Peripherie der Zelle hin. Der gefärbte Antheil sammt dem Kern rückt dann mehr und mehr gegen die Oberfläche zu, erzeugt eine buckelartige Vorwölbung des Randcontours und tritt häufig ganz aus dem farblosen Antheile der Zelle heraus. Einen ähnlichen Vorgang kann man mitunter auch bei vorsichtigem Zusatz von Wasser oder anderen sehr verdünnten Säuren erzielen.

Der feinere Bau der farbigen Blutzellen. Seitdem die langwierigen Controversen über die Frage, ob die Blutzellen eine eigene Zellmembran besitzen, von den meisten Autoren sowohl für die kernlosen als für die kernführenden Blutzellen im negativen Sinne entschieden worden ist, sind verschiedene Anschauungen über den feineren Bau derselben bekannt geworden. Die am meisten verbreitete stammt von *Brücke* her, welcher sie auf Grund der unter Einwirkung von Borsäure erhaltenen Veränderungen der Blutzellen von Tritonen gewonnen hat. Es ist erwähnt worden, dass dabei die Blutzellen in zwei Bestandtheile sich scheiden, deren einer aus dem Kern und der gefärbten Substanz bestehend, contractil und bewegungsfähig, der andere aber farblos, durchsichtig und unbeweglich ist. Der erstere wird von *Brücke Zooid*, der zweite *Oekoid* genannt, womit angedeutet ist, dass der mit vitalen Eigenschaften ausgestattete, den Farbstoff und den Kern enthaltende Antheil der Blutzelle innerhalb eines leblosen Gehäuses sich befindet. Beide

Substanzen durchdringen sich sehr innig. Für die farbigen Blutzellen der Säugethiere ist es nach *S. Stricker* wahrscheinlich, dass sie einen ähnlichen Bau besitzen. Die Auffassung *Brücke's* ist in neuerer Zeit unter anderen, besonders von *Rollet* und *Kollmann* angezweifelt und bestritten worden. Nach letzterem bestehen die farbigen Blutzellen aus einem protoplasmaähnlichen Stroma, welches in Form von farblosen, leicht gerinnbaren, netzartig geordneten Eiweissfäden auftritt, in dessen Lücken der Farbstoff liegt und aus einer umhüllenden Membran, welche mit den Stromafäden in Verbindung steht; dazu kommt noch entsprechenden Falles der Kern.

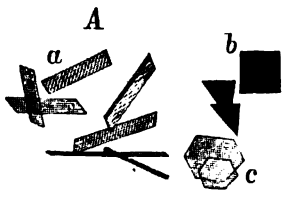
Krystallisation des Blutfarbstoffes. Wie zuerst durch *Funke* festgestellt worden ist, besitzt das *Hämoglobin*, trotzdem es den Colloidstoffen zugerechnet werden muss, die Eigenschaft, unter gewissen Verhältnissen in wohl charakterisirten Formen zu krystallisiren. Im Innern der farbigen Blutzellen der Amphibien und Fische findet man nicht gerade selten kleine rhombische Krystalle des Hämoglobin, welche sich schon innerhalb des Kreislaufes bilden können. Für das Säugethierblut ist die Entstehung von Hämoglobin-Krystallen ausserhalb des Körpers unter den verschiedensten Bedingungen beobachtet worden. Hie und da erhält man sie, wenn man einen Tropfen Blut mit einem Tropfen Wasser vermengt, durch einige Minuten der freien Luft aussetzt, dann ein Deckgläschen auflegt und vollständig eintrocknen lässt. Aus Menschenblut krystallisirt das Hämoglobin in dieser Weise jedoch nur selten; am besten geeignet ist das der Milzvene, überhaupt mit Kohlensäure gesättigtes Blut. Andere Methoden sind: Wiederholtes Gefrieren und Wiederaufthauen des Blutes, längere Einwirkung einer Temperatur von 60° C., electrische Entladungsströme. Am sichersten führt das Schütteln gewässerten Blutes mit Chloroform in einer Eprouvette zum Ziele. Von Thierblut krystallisirt am leichtesten das der Meerschweinchen, Eichhörnchen und Hunde.

Die Krystallformen des Hämoglobin sind für die verschiedenen Thiere äusserst mannigfaltig, gehören jedoch nach den Untersuchungen *von Lang's* alle dem rhombischen Systeme an, nur das Blut der Eichhörnchen liefert hexagonale Tafeln, welche dem regulären Systeme angehören.

Durch Zersetzung des rothen Blutfarbstoffes lassen sich aus demselben noch andere gefärbte Krystallformen erhalten, von welchen

eine — das *Hämatin* ein einfaches Spaltungsproduct desselben darstellt, andere als chemische Umwandlungen des Hämatin zu betrachten sind. Als solche sind zu nennen das *Hämatoidin* und das *Hämin*. Das Hämatoidin findet sich häufig im Körper und zwar in jenen Fällen, wo durch längere Zeit Blutextravasate bestanden und das ausgetretene Blut bereits gewisse Veränderungen erlitten hat, z. B. in apoplectischen Cysten, im Corpus luteum. Solche Stellen geben sich schon dem freien Auge durch eine rostbraune Farbe kund. Die Krystalle des Hämatoidin erscheinen als rhombische Prismen oder Tafeln von ausgezeichnet orangerother Farbe.

Fig. 4.



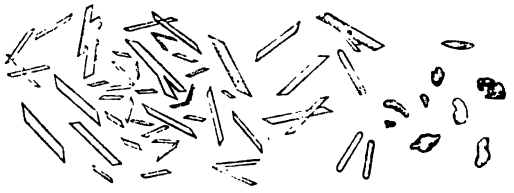
Hämoglobin-Krystalle. a) Aus menschlichem Blut, b) vom Meerschweinchen, c) vom Eichhörnchen. (Nach Funke.)

Eine grössere praktische Bedeutung haben die Krystalle des *Hämin* (unter dem Namen der *Teichmann'schen* bekannt), dadurch erlangt, dass sie sich in einfacher Weise und noch dann darstellen lassen, wenn das Blut schon längere Zeit eingetrocknet, sogar gefault war und selbst nur sehr geringe Mengen zur Verfügung stehen.

Man bereitet sie in der Weise, dass man eine geringe Quantität frischen oder eingetrockneten Blutes mit so viel Wasser versetzt, als zur Lösung des Blutfarbstoffes erforderlich ist und dann bei gewöhnlicher Temperatur einen kleinen Tropfen auf dem Objectglase eintrocknen lässt. (Hat man es mit ganz kleinen oder überhaupt kaum kenntlichen auf Leinen oder Holz eingetrockneten Blutflecken zu thun, so schneidet man am besten das entsprechende Stück heraus und gibt es mit etwas Wasser versetzt auf ein Uhrschälchen. Man wird dann gewöhnlich schon durch eine leicht gelbliche Färbung des Wassers auf das Vorhandensein von Blut-

farbstoff aufmerksam gemacht. Ist die vorhandene Blutmenge sehr klein, so nimmt man am besten gleich auf dem Uhrschälchen selbst die Bereitung der Krystalle vor, nachdem man den Leinenfleck oder den Holzspan, überhaupt etwaige gröbere Unreinigkeiten vorsichtig entfernt hat.) Ist das Wasser vollständig verdampft, so setzt man ein etwa stecknadelkopfgrosses Tröpfchen einer 1% Kochsalzlösung zu, welches man am besten mittelst einer Nadel auffängt und über die eingetrocknete Masse ausbreitet. Nach dem vollständigen Eintrocknen gibt man mittelst eines reinen Glasstabes einen guten Tropfen Eisessig (Acetum glaciale) über die Masse und deckt rasch mit dem Deckgläschen zu. Man erwärmt nun mässig über der Weingeistflamme bis nahezu zum vollständigen Verdampfen des Eisessigs und kann dann sofort die mikroskopische Untersuchung vornehmen. Bereitet man die Krystalle auf dem Uhrgläschen, so braucht

Fig. 5.



Krystalle des Hämin, aus frischem menschlichem Blute bereitet. Nach rechts zu einige der am häufigsten vorkommenden schlecht entwickelten Formen. (Hartnack Syst. VIII. Ocul. 2.)

man natürlich kein Deckgläschen und legt das erstere offen auf den Objekttisch. Wenn die Häminkrystalle gut entwickelt sind, so zeigen sie sich als grössere oder kleinere rhombische Säulen von ganz eigenthümlich gelblichbrauner Farbe, welche theils einzeln, theils in grossen Massen beisammen liegen. Mitunter sind ihre langen Seiten etwas ausgebaucht, so dass wetzsteinartige oder ziemlich unregelmässige Formen entstehen, welche in der Regel durch eine etwas hellere Farben-Nüance ausgezeichnet sind. An Präparaten, welche seit mehreren Jahren aufbewahrt sind, habe ich die Beobachtung gemacht, dass eine Anzahl der Krystalle sich vollständig entfärbt haben, so dass nur mehr ihre scharfen Umrisse erkennbar sind, sie sind untermischt mit solchen, welche ihre charakteristische Farbe noch ganz gut zeigen.

Für den Fall als die Hämin-Probe zu forensischen Zwecken

verwendet wird, muss noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass man mit starker Vergrösserung das ganze Präparat fleissig durchsuchen muss, da mitunter sich nur an einzelnen ganz beschränkten Stellen Krystalle gebildet haben. Hat man solche gefunden, so ist der Ausspruch vollkommen gerechtfertigt, dass der untersuchte Fleck von Blut herrühre; hat man indess nach der angegebenen Methode keine Hämin-Krystalle herstellen können, so ist zunächst die Probe, wenn thunlich, mehrfach zu wiederholen. Es darf aber selbst nach mehreren negativen Resultaten noch nicht mit Sicherheit ausgesagt werden, dass kein Blut vorhanden war; besonders in Fällen, wenn Blut auf rostigem Eisen eingetrocknet war, gelingt es oft trotz aller Vorsicht nicht, aus demselben das Hämin darzustellen. Dass alle zu diesen Untersuchungen verwendeten Gegenstände: Nadeln, Gläschen u. s. w., vorher auf ihre vollständigste Reinheit zu untersuchen sind, ist wohl selbstverständlich.

Herkunft der farbigen Blutzellen. Kaum eine Frage in der Histogenese ist soviel untersucht und discutirt worden, wie die nach der Entstehung der farbigen Blutzellen, und dennoch stehen wir heute auf dem Punkte, dass wohl viele Meinungen und Anschauungen, aber nur sehr wenig Thatsächliches und Sicheres vorliegt. Da es noch Niemandem gelungen ist, die Entstehung einer solchen Zelle direkt zu sehen, so sind wir nur darauf beschränkt, aus den im Blute nebeneinander gefundenen, verschiedenen Formen eine Entwicklungsreihe derselben abzuleiten.

Von den hiehergehörigen Beobachtungen sind folgende die wichtigsten. Sobald sich in der embryonalen Anlage die erste Blutgefässbildung bemerkbar macht, erscheinen auch schon Blutzellen, welche farblos, kernhaltig, von ziemlich unregelmässiger Form und bedeutenden Dimensionen sind. Ihre Bildung scheint im Zusammenhange mit der Bildung der Gefässwand zu stehen. Sie wandeln sich direkt in farbige Blutzellen um, welche ihren Kern behalten. Fortan vermehren sie sich durch Theilung innerhalb der gesammten Blutbahn. Sowie jedoch die Leber sich zu entwickeln begonnen hat, wird sie nach *Kölliker* die hauptsächlichste Bildungsstätte der gefärbten Zellen und erst von dieser Zeit an kann man kernlose Blutzellen beobachten. Diese sind jetzt gegenüber den kernhaltigen in bedeutender Minderheit, allmählig nehmen sie aber an Zahl zu, während die kernführenden vermindert erscheinen, so dass man am Ende des Embryonallebens nur sehr selten mehr einer der letzteren

begegnet. Mit Ausnahme der ersten Embryonalzeit, wo sich die farbigen Blutzellen selbst durch Theilung vermehren, scheint es jetzt als ausgemacht zu gelten, dass sie aus den lymphoiden Zellen hervorgehen; dieselben platten sich allmählig ab, ihr Kern verkleinert sich zusehends und verschwindet alsbald vollständig, während unterdessen der Blutfarbstoff sich aus dem Protoplasma der Zelle bildet; *v. Recklinghausen* gelang es sogar in dem entleerten Froschblute durch künstliche Züchtung in einer feuchten Kammer nach Ablauf von mehreren Tagen diese Umänderung nachzuweisen. Aus dem Blute der Milzvene sind alle denkbaren Uebergangsstufen zwischen lymphoiden und typischen farbigen Blutzellen sowohl im Embryo als in erwachsenen Thieren nachgewiesen worden, wesshalb die Milz als Brutstätte für die letzteren allgemein betrachtet wird.

In jüngster Zeit sind von *A. Schmidt* in dem durch Aderlass gewonnenen Blute des Pferdes Zellen gefunden worden, welche die Form der lymphoiden Zellen besitzen, jedoch grösser sind als diese und ganz mit scharfcontourirten rothen Körnern durchsetzt sind. Sie werden als rothe Körnerkugeln bezeichnet. *G. Semmer,* welcher unter *Schmidt's* Leitung diese Beobachtungen weiter verfolgte, wies dieselben auffallenden Elemente in dem circulirenden Blute verschiedener Säugethiere nach und kommt zu dem Schlusse, dass sie eine Uebergangsform der lymphoiden Blutzellen zu den farbigen darstellen, weil sie in Bezug auf das specifische Gewicht, die Lebenseigenschaften und ihre physiologische Bedeutung für die Fibrinbildung den lymphoiden Blutzellen gleich sind, jedoch die für die farbigen Zellen charakteristische Färbung zeigen. Ja *Semmer* geht noch weiter, er stellt die Behauptung auf, dass die rothen Körnerkugeln homologe Bildungen seien mit den ovalen Blutzellen der Amphibien und Vögel, und dass die letzteren eine Form von Blutzellen darstellen, welche auf einer niederen Stufe der Entwicklung stehen geblieben sind.

Es möge noch erwähnt werden, dass bezüglich des Menschen Uebergangsstufen von lymphoiden Zellen in farbige Blutzellen zuerst von *Kölliker* und *Fahrner* in dem Leberblute von Embryonen, von *Neumann, Bizzozero* und *Hoyer* im Knochenmarke, von *Erb, Klebs, Eberth* und *Böttcher* im circulirenden Blute jedoch unter pathologischen Verhältnissen gefunden worden sind — Beobachtungen, welche darauf hinweisen dürften, dass der Ort der Entstehung der farbigen Blutzellen wohl nicht nur in einzelnen Organen des Körpers, sondern in der gesammten Blutbahn zu suchen sei.

3) Epithelial- und Drüsenzellen.

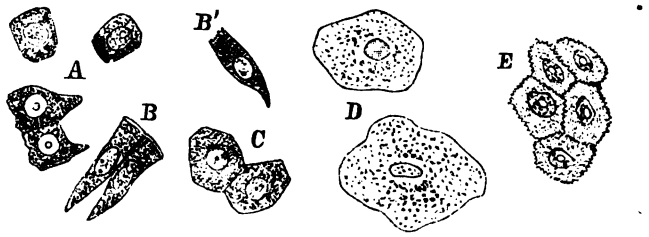
a) **Die Epithelialzelle** ist als solche charakterisirt durch ihren Standort, durch ihre Herkunft, durch ihre Form und Beschaffenheit und durch ihre Verbindung und Anordnung.

Die ganze äussere Oberfläche des Körpers, sowie alle jene in seinem Innern befindlichen Hohlräume, welche mit der Aussenwelt in continuirlichem Zusammenhange stehen, sind mit dünnen blutgefässlosen Häutchen (Epithelien) überkleidet, deren geformten Elementarbestandtheile ausschliesslich die Epithelialzellen darstellen. Dieser zellige Belag bildet am ausgewachsenen Individuum im Allgemeinen ein continuirliches Ganzes, dessen einzelne Theile jedoch gewisse Modificationen in der Form und Beschaffenheit der Zellen darbieten. Diese Zusammengehörigkeit aller Epithelialzellen, wo immer wir sie auch treffen, findet ihre Erklärung in der ursprünglichen Anlage des thierischen Keimes, in ihrer allmähligen Herausbildung aus jenen Zellenlagen, welche das obere (Hornblatt) und das untere (Darmdrüsenblatt) Keimblatt zusammensetzen. Wir können daher nur solche Zellen als Epithelialzellen bezeichnen, deren Herkunft aus einem dieser beiden Keimblätter sichergestellt ist. Indem es aber im Laufe der Heranbildung des Thierkörpers aus dem Keime zu zahlreichen Einstülpungen der Epithelialbekleidungen kommt, so kann es auch geschehen, dass einzelne Theile derselben von Gebilden des mittleren Keimblattes umwachsen und vollständig von ihrem Mutterboden abgeschnürt werden. Wir finden daher im entwickelten Körper auch Zellen epithelialer Abkunft innerhalb völlig abgeschiedener Räume, doch besitzen sie hier eine von den übrigen Epithelialzellen wesentlich verschiedene Beschaffenheit und Bedeutung. Hieher gehören, abgesehen von verschiedenen pathologischen Bildungen vorzüglich die Elementarbestandtheile der Krystalllinse, die sog. Linsenfasern. (Dieselben sollen bei Besprechung des Sehwerkzeuges ihre Berücksichtigung finden.)

Die *Form und Beschaffenheit* der Epithelialzellen, so mannigfach sie sich auch gestalten mögen, haben doch so viel Eigenartiges an sich, dass man in den meisten Fällen eine isolirte Epithelzelle sofort als solche zu erkennen vermag. (S. Fig. 6.) Sie stellen sich in der Regel als scharf umgrenzte, in ganz frischem Zustande äusserst durchsichtige, längere Zeit nach dem Absterben aber durch Gerinnungen innerhalb ihrer Substanz leicht getrübte Zellen dar, welche

fast ausnahmslos einen deutlichen, entweder kugelrunden oder ellipsoiden oder auch mehr abgeplatteten Kern in sich schliessen. Sie besitzen zum Theile eine wirkliche Zellmembran, oder aber es hat

Fig. 6.



Verschiedene Formen von Epithelzellen.
A. Kubische Epithelzellen aus der Hornhaut eines Kindes (theilweise mit zapfenartigen Fortsätzen).
B. Cylinderzellen aus dem Darmepithel des Frosches.
B'. Cylinderzelle aus der tiefsten Schichte des Hornhautepithels (an einem Ende gezähnelt).
C. Polygonale platte Zellen aus dem Hautepithel des Frosches.
D. Breite Platten aus dem Epithel der Mundhöhle des Menschen.
E. Riffzellen aus der Fersenhaut des Menschen.
(Sämmtlich in frischem Zustande mit Hartnack, System Nr. 9, Ocul. 2 gezeichnet.)

die periphere Schichte ihres Zellkörpers eine festere, consistentere Beschaffenheit angenommen, wodurch ihre Form eine ziemlich ausgeprägte und constante wird. — Es ist aber die letztere so innig im Zusammenhange mit der gegenseitigen *Verbindung* und *Anordnung* der Epithelialzellen, dass zunächst das Nöthige über diese beigebracht werden muss. —

Die Epithelialzellen sind derart zu flachen, häutigen Lagen zusammengesetzt, dass man bei der ersten Beobachtung den Eindruck bekommt, als ob Zelle unmittelbar an Zelle aneinander gereiht wären, indem ihre Flächen und Ränder sich gegenseitig berühren. Man hat indessen, wie später noch erörtert werden soll, durch gewisse Methoden nachweisen können, dass dies in der That nicht der Fall ist, sondern dass sie durch eine an sich formlose Substanz gewissermassen aneinander gekittet sind (Kittsubstanz). Auf die Gestaltung der Zelle selbst hat diese Kittsubstanz wegen ihrer geringen Menge übrigens keinen Einfluss, wohl aber auf die Festigkeit ihres Zusammenhanges. Die letztere ist in der That eine so bedeutende, dass am frischen Gewebe selbst bei sorgfältigstem Zerzupfen es nur schwer hält, einige Epithelzellen zu isoliren. Kürzere oder längere Zeit nach dem Tode, vielleicht in Folge von Veränderungen in der

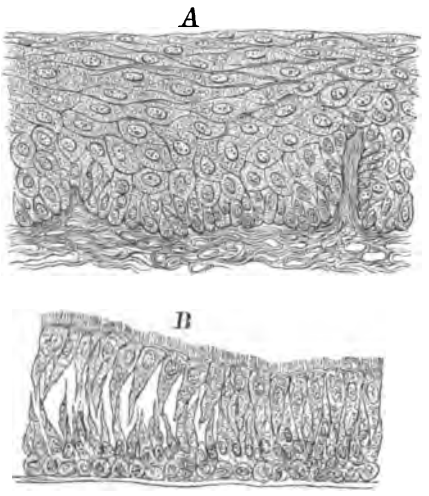
Kittsubstanz, welche ihre Klebekraft vermindern, wahrscheinlich aber auch aus Ursache von geringen mit postmortalen Gerinnungen in Zusammenhang stehenden Formveränderungen der Epithelialzellen selbst lockert sich ihr Zusammenhang und sie fallen leichter auseinander. Es lässt sich übrigens ihre Isolirung befördern durch Einwirkung von Wasser, stark verdünnten Säuren, 10% Kochsalzlösung, verdünntem Alkohol u. s. w., ohne dass bei den meisten von ihnen die äussere Form wesentlich beeinträchtigt würde. Auch eine kurze Einwirkung heissen Wasserdampfes führt sofort zur Ablösung der Epithelien. Diese verschiedenen Methoden sind denn auch nebst der Untersuchung mit indifferenten Flüssigkeiten der Reihe nach zum Studium der Epithelzellen zu verwenden. Die Verbindung der Epithelzellen erfolgt nun in der Weise, dass sie sich gegenseitig glatte Flächen zuwenden, oder aber dass sie mit unebenen, gehöhlten, gezackten oder gerippten Oberflächen ineinander greifen; dadurch schon sind gewisse Formverhältnisse derselben erklärbar. Dazu kommt noch, dass die Epithelialhäutchen an manchen Körperabschnitten nur durch eine einfache Lage von Zellen zusammengesetzt sind, an anderen Stellen aber aus mehrfach übereinandergeschichteten Zellenlagen bestehen. Auch dadurch wird die äusserliche Gestaltung der Epithelialzellen wesentlich mit bestimmt.

Alle die einschichtigen Epithelien zeigen auf weite Strecken hin eine grosse Uebereinstimmung in der Form, Grösse und äusseren Beschaffenheit der sämmtlichen zu ihrer Bildung beitragenden Zellen. Sie sind theils cylindrisch oder kegelförmig und dann mit ihren Längenseiten einander zugekehrt, theils kubisch oder unregelmässig polyëdrisch, immer aber für bestimmte Körperstellen gleichartig geformt. An bestimmten Oertlichkeiten findet man constant Uebergänge der einen Form in die andere und zwar entweder ohne Vermittlung einer Zwischenform oder unter mehr allmäliger Aenderung ihrer äusseren Gestalt und Grösse. Selbst Uebergänge von einschichtigen in mehrschichtige Epithelien vollziehen sich mitunter in scharf begrenzten Linien, z. B. an der Einmündung der Speiseröhre in den Magen, am Anus u. a. O. —

Ungleich verschiedenartig zeigt sich die Gestaltung der Zellen in den mehrschichtigen Epithelien. Hier finden wir an einer und derselben Stelle mitunter alle denkbaren Uebergangsformen von der langgestreckten Cylinder- oder Spindelzelle zu kugelähnlichen oder polyëdrischen Formen, bis zu dünnen Blättchen und Schüppchen;

hier begegnen wir auch den mannigfach gezackten, gehöhlten und gerippten Zellenformen. Man kann im Allgemeinen sagen: Je vielfacher die Schichtung einer Epithelart, desto vielgestaltiger sind ihre Zellen. Doch gibt es auch darin wieder eine gewisse Gesetzmässigkeit: insoferne als die Zellen, welche einer bestimmten Schichte angehören in einer und derselben Epithelart auch ähnliche Form, Grösse und Beschaffenheit zeigen; so sind an manchen Orten alle Zellen der oberflächlichsten Schichte platt, an anderen sämmtlich kegelförmig, die der tiefsten Lage aber hier ohne Ausnahme kugelähnlich, dort cylindrisch u. s. w.

Fig. 7.



Zwei Querdurchschnitte durch geschichtete Epithelialhäute.
A. Geschichtetes Pflasterepithel aus der Speiseröhre der Katze.
B. Geschichtetes, flimmerndes Cylinderepithel aus dem Kehlkopf des Pferdes. (Nach links hin sind durch Zufall die oberflächlichsten Zellen etwas abgehoben, so dass die Formen der tieferen Zellen deutlich erkannt werden können.
(Hartnack, System VIII. Ocul. 2.)

Häufig sind auch die tiefer gelegenen Zellen durch eine stärkere Granulirung von den oberflächlichen, mehr homogen aussehenden Zellen ausgezeichnet. Die theilweise Unregelmässigkeit und die Mannigfaltigkeit der Formen in den mittleren Zellenlagen ist hauptsächlich darin begründet, dass die Lücken, welche durch das Aneinanderstossen verschiedenartig gekrümmter Zellenformen entstehen, durch entsprechende Fortsätze anderer Zellen ausgefüllt werden müssen.

An dem Basalende gewisser cylindrischer Epithelzellen sind eigenthümliche, dünne, schüppchenartige Anhänge nachgewiesen worden, welche sich wie flügelartige Fortsätze derselben verhalten. (*Lott's* Fusszellen im Hornhautepithel.)

Als eine besondere Formation innerhalb der geschichteten Epithelien sind die sogen. *Stachel-* oder *Riffzellen* (s. Fig. 6. E.) zu erwähnen, sie sind dadurch ausgezeichnet, dass ihre Oberfläche an gewissen Stellen, z. B. an den Rändern mit zahlreichen, feinen Zacken versehen ist, welche zum Theil als zarte Leistchen sich auch über die Flächen hinziehen. Indem benachbarte Zellen mit entsprechenden Erhabenheiten

und Vertiefungen ineinandergreifen, wird ein innigerer Zusammenhang zwischen ihnen hergestellt. Sie finden sich am schönsten ausgeprägt in den mittleren Lagen vielschichtiger Epithelien (z. B. in der Oberhaut der Fusssohle), namentlich aber dann, wenn solche Epithelien in Folge von krankhaften Zuständen verdickt sind. In geringerem Grade der Ausbildung sind sie jedoch sehr verbreitet, so dass man sagen kann, dass sie fast in allen mehrschichtigen Epithelarten vertreten sind. In Figur 6 ist bei B eine isolirte cylindrische Zelle aus der tiefsten Schichte des normalen Hornhautepithels eines neugeborenen Kindes abgebildet, welche an der vorderen, kurzen Fläche deutlich gezähnelt erscheint.

Manche Arten von Epithelialzellen sind noch besonders ausgezeichnet durch den Besatz von Flimmerhaaren (siehe oben) oder aber von gewissen, ihren freien Oberflächen anhaftenden cuticularen Bildungen. (Basalsaum des Darmepithels.)

In Bezug auf die *Lebensgeschichte* der Epithelzellen muss vorerst daran festgehalten werden, dass sie nur aus den Zellen des oberen und unteren Keimblattes und weiterhin immer wieder nur aus anderen Epithelzellen und zwar durch Theilungsprocesse hervorgehen können. Nicht nur dass die meisten neueren Beobachtungen über die Regeneration zu Grunde gegangener Epithelien dafür sprechen, auch während des normalen Ablaufes des Lebens lassen sich (besonders in den geschichteten Epithelien) Theilungsvorgänge an einzelnen Zellen beobachten.

Die bereits fertig gebildeten Epithelzellen können sich weiters in verschiedener Weise verändern. Hierher gehört die Umwandlung mancher Cylinderzellen (des Darmes) in sogen. *Becherzellen,* indem durch Ansammlung von Schleim in ihrem Innern eine bauchige Vorbuchtung ihrer Seitenflächen entsteht; in anderer Weise nehmen die Zellen der geschichteten Pflasterepithelien, während sie in Folge der fortwährenden Regeneration des Epithels von unten her in immer höhere Schichten gelangen, eine veränderte Form und Beschaffenheit an.

Ein sehr verbreiteter Vorgang ist die *Verhornung* der Epithelzellen (Epidermis, Haare, Nägel); sie besteht in einer, mit grosser Wasserverarmung (Eintrocknung) einhergehenden chemischen Umwandlung der Zellsubstanz, wobei sich ein eigenthümlicher, schwefelreicher Körper, das *Keratin* in ihnen bildet. Damit ist häufig der Verlust des Zellkernes und eine auffallende Festigung des gegenseitigen Zusammenhanges der einzelnen Zellen verbunden, welche

sich mitunter bis zur völligen Verschmelzung derselben steigern kann. Durch Einwirkung kaustischer Alkalien können verhornte Zellen wieder zum Aufquellen gebracht werden.

Die Epithelzellen sind während des Lebens im Allgemeinen einem häufigen Wechsel unterworfen. Abgesehen von der sogen. Häutung und Mauserung gewisser Thiere, ist dies besonders bemerkbar an der Abschuppung der äusseren Haut, an dem constanten, wenn auch meistentheils geringen Gehalt der Körperflüssigkeiten an Epithelzellen jener Oberfläche, mit denen sie in Berührung gestanden sind. Bei katarrhalischen Zuständen der Schleimhäute, selbst des geringfügigsten Grades, wird die Abstossung der Epithelialzellen in hohem Grade gesteigert. Die Ergänzung derselben wird bei den geschichteten Epithelien durch die Zellen der tieferen Lagen, bei den einschichtigen (wenigstens zum Theile) durch die sogen. *Ersatzzellen* besorgt. Es sind dies kleine, meist kugelige, oder mit einem oder dem anderen feinen Ausläufer versehene kernhaltige Zellen, welche zwischen den Basalenden der typischen Epithelzellen eingelagert sind.

Anhangsweise sei hier erwähnt, dass man neuerer Zeit gewisse, mit den peripheren Endigungen der Sinnesnerven im Zusammenhange stehenden Formationen, als *Nervenepithelien* beschrieben hat. Die Elemente derselben sind theils wahre Zellen epithelialen Charakters, theils aber verschieden geformte und geartete Bildungen, welche, so wie sie sich zeigen, nicht ohne Weiteres als Zellen aufgefasst werden können. Für viele der letzteren hat indessen die Entwicklungsgeschichte gelehrt, dass sie in der That umgewandelte Epithelialzellen vorstellen, für andere wird dies bis auf Weiteres nur vermuthet. (Das Nähere darüber ist betreffenden Ortes einzusehen.)

b) **Die Drüsenzellen.** Ungeachtet ihrer nahen verwandtschaftlichen Beziehungen zu den Epithelialzellen beanspruchen die Drüsenzellen auf Grund ihrer morphologischen und funktionellen Bedeutung eine gesonderte Stellung. Sie bilden das wesentlichste Baumittel gewisser parenchymatöser Organe — der Drüsen — und werden als solche wohl auch *Parenchymzellen* genannt. Ihre Aufgabe ist es, die Bereitung jener Körperflüssigkeiten zu vermitteln, welche wir unter dem Namen der Drüsensekrete kennen, und insbesondere müssen wir in ihnen den Entstehungsort jener eigenartigen Stoffe von komplizirter chemischer Zusammensetzung suchen, welche die spezifischen Eigenschaften der verschiedenen Sekrete bedingen.

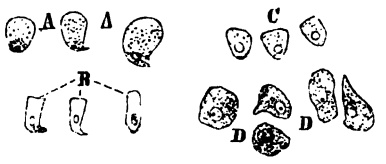
Die Drüsenzellen sind im Allgemeinen derart geordnet, dass sie die Wandungen mikroskopisch kleiner Hohlräume formen, in welche hinein sie ihre Produkte entleeren. Dieselben münden theils direkt an irgend einer epithelhaltigen Körperfläche aus, theils aber vereinigen sie sich unter Vermittlung von mehr weniger komplizirten Canalsystemen (Drüsengängen) untereinander und erhalten besondere mit Schleimhaut versehene Ausführungsgänge. So kommt es, dass an vielen Stellen eine unmittelbare Berührung der Drüsenzellen mit den Epithelialzellen stattfindet, ja es hält häufig schwer, zwischen beiden eine genaue Grenze zu ziehen. Es ist diese Continuität der Aneinanderreihung beider Zellenarten begründet in der ursprünglichen Anlage der Drüsen, theils als hohler Einstülpungen, theils als solider Sprossen, welche aus den Epithelien sich abgezweigt haben, in weiterer Folge aber einem besonderen Entwicklungsgang gefolgt sind. — Gleichwie wir schon oben die Abschnürung gewisser epithelialer Zellengruppen erwähnt haben, so muss auch hier das ausnahmsweise Vorkommniss konstatirt werden, dass einzelne Drüsenformationen aus vollkommen abgeschlossenen Hohlräumen bestehen (Schilddrüse). Wir wissen jedoch, dass sie in ihrer ersten Anlage aus den epithelialen Deckgebilden hervorgegangen sind.

Auch die Art der Anordnung der Drüsenzellen zeigt in den meisten Fällen eine grosse Aehnlichkeit mit der der Epithelialzellen, indem sie in der Weise wie bei den einschichtigen Epithelien aneinandergefügt sind.

Von den Eigenthümlichkeiten, welche an den Drüsenzellen wahrgenommen werden, möge Folgendes hier angeführt werden.

Was zunächst ihre *Form* anbelangt, so sind sie in den meisten Fällen cylinderähnlich, abgestutzten Kegeln oder Pyramiden vergleichbar; auch unregelmässig polyëdrische, seltener rein kubische und abgeplattete Zellen finden sich vor. Eine verbreitete Erscheinung an den cylinder- oder kegelförmigen Drüsenzellen sind dünne schüppchenartige von der Basis der Zelle nach einer Seite zu in stumpfen oder rechten Winkeln abgebogene Anhänge, welche sich unter die nächstliegende Zelle hineinschieben. Von der Seite her gesehen,

Fig. 8.



Verschiedene Formen von Drüsenzellen (in Müller'scher Flüssigkeit isolirt.)
A. Aus einer Brunner'schen Drüse.
B. Aus einer Lieberkühn'schen Drüse des Dünndarmes.
C. Aus der Submaxillardrüse.
D. Aus der Leber.
Sämmtlich aus einer frischen menschlichen Leiche.
(Hartnack, System IX. Ocul. 2.)

gewähren solche Zellen das Ansehen, als ob sie an ihrem unteren Ende einen schnabelförmigen Fortsatz besässen. (S. Fig. 8. A und B.) Sie sind zuerst von *G. Schwalbe* an den Brunner'schen Drüsen, seither aber auch an vielen anderen beschrieben worden.

Einen wesentlichen Einfluss auf die Form und äussere Erscheinung der Drüsenzellen übt der *Funktionszustand,* in welchem sich die Drüse zur Zeit des Todes befunden hatte. *R. Heidenhain* hat zuerst auf diese wichtige Thatsache aufmerksam gemacht. Man beobachtet an der Unterkieferspeicheldrüse des Hundes, wenn das Thier längere Zeit vor dem Absterben gehungert, also die Drüse gewissermassen im Zustande der Ruhe sich befunden hatte, dass dann die meisten Drüsenzellen eine rundliche, ausgebauchte Oberfläche, einen blassen, wenig granulirten Inhalt zeigen und sich durch Carmin nur wenig färben.

Hatte man dagegen vor dem Tode durch anhaltende, direkte Nervenreizung während mehrerer Stunden eine intensive Absonderung von Seite der Drüse hervorgerufen, so findet man alle Drüsenzellen kleiner, stark abgeplattet, deutlich granulirt; sie lassen sich dann durch Carmin ohne Ausnahme blassroth färben. Auch der Zellkern verhält sich verschieden, indem er sich im ersteren Falle tief roth, im letzteren fast gar nicht färbt. Der Grund dieses auffallenden Verhaltens ist darin zu suchen, dass die ausgeruhte Drüsenzelle neben dem Protoplasma eine grössere Menge von Schleim (schleimbildender Substanz) enthält, durch welche das erstere gewissermassen auseinander gedrängt wird, während im zweiten Falle der schleimige Inhalt aufgebraucht und ausgestossen worden ist, der Zellkörper vorwiegend nur aus Protoplasma besteht.

Auch in Betreff der Drüsenzellen des Pankreas verdanken wir *Heidenhain* nach dieser Richtung interessante Aufschlüsse. Er unterscheidet an ihnen zwei Zonen, deren innere — dem Drüsenlumen zugewendete — durch die Einlagerung zahlreicher dunkler Körnchen ausgezeichnet ist, während die äussere — peripherische — gewöhnlich ganz homogen, hell und durchscheinend ist, mitunter aber eine sehr feine radiäre Streifung erkennen lässt; an der Grenze beider liegt der Kern. (*P. Langerhans,* der diese Eigenschaften der pankreatischen Zellen schon früher beschrieben hatte, unterschied die Region des Zellkernes noch als eine dritte, gesonderte Zone.) Mit Rücksicht auf den Funktionszustand ergaben sich nun *Heidenhain* constante Veränderungen an diesen Zellen. Während im Hungerzustande die

körnige Innenzone den grösseren, die Aussenzone den kleineren Theil der Zelle einnimmt, verkleinert sich mit Beginn der Verdauung — währenddem die Sekretion am stärksten ist — die Innenzone sehr bedeutend, so dass nur ein kleiner Rest derselben übrig bleibt, ja sie kann selbst völlig verschwinden. Zugleich verbreitert sich die Aussenzone so weit, bis sie den grössten Theil oder auch die ganze Zelle einnimmt. Dabei wird die Zelle als Ganzes kleiner, der Kern, der im Hungerzustande häufig oval, eckig, unregelmässig erscheint, ist stets rein kugelig, mit sehr deutlichem Kernkörperchen. — In der späteren Zeit der Verdauung, wenn die Sekretion schon sehr verringert ist, oder ganz stille steht, vergrössert sich wieder die Innenzone auf Kosten der Aussenzone, welche letztere allmälig auf ein Minimum reduzirt wird; die ganze Zelle nimmt an Masse zu. — Hungert das Thier wieder, so erfolgt eine geringe Zunahme der Aussenzone und eine entsprechende Verkleinerung der Innenzone. — Es entspricht somit dem Absonderungszustande ein rascher Stoffverbrauch in dem centralen Theile der Zelle, und ein entsprechender Stoffansatz an deren Peripherie; die Körnchen der ersteren liefern unmittelbar das Materiale für das Drüsensekret. Während des Ruhezustandes der Drüse wird dieses Materiale auf Kosten der Aussenzone wieder aufgespeichert.

In Bezug auf die *Lebensdauer* der Drüsenzellen ist vielfach die Ansicht verbreitet, — auch *Heidenhain* hat sich für die Submaxillardrüse dahin ausgesprochen — dass während des aktiven Funktionszustandes der Drüsen stets eine grosse Anzahl ihrer Zellen zu Grunde gehen und durch neue ersetzt werden, dass also die Existenz der Drüsenzellen nur von kurzer Dauer wäre. Insbesondere wurde dies früher von jenen Drüsenzellen behauptet, welche ein fetthaltiges Sekret liefern (Milchdrüse, Talgdrüsen), und man hielt geradezu den Sekretionsprocess für identisch mit einer sogen. fettigen Degeneration und völligem Zerfall der Drüsenzellen. Da man überdies glaubte, die Wandungen solcher Drüsenräume seien aus übereinandergeschichteten Drüsenzellen geformt, so hielt man die tieferen Lagen derselben zur fortwährenden Zellenneubildung bestimmt. Einerseits hat sich indessen herausgestellt, dass fast alle Drüsen nur eine einschichtige Zellenlage besitzen, und andererseits scheint es sehr wahrscheinlich, dass die allermeisten Drüsenzellen, die in ihnen gebildeten Sekretbestandtheile ausstossen können, ohne dabei ihre Existenz einzubüssen, wie z. B. durch *Stricker* bezüglich der in den Colo-

strumzellen der Milch enthaltenen Fetttröpfchen erwiesen worden ist. Ueber die näheren Details der chemischen Vorgänge, welche mit dem Thätigkeitszustande der Drüsenzellen verknüpft sind, ist dermalen nichts Sicheres bekannt.

4) Die Bindesubstanzzellen*).

Der Charakter einer Bindesubstanzzelle ist gegeben durch ihren Fundort, durch ihre physiologischen und morphologischen Beziehungen zu den verschiedenen Formationen der Bindesubstanzgewebe und endlich durch ihre Abstammung aus dem mittleren embryonalen Keimblatte.

In allen jenen Gewebsformen, welche zu der grossen Gruppe der Bindesubstanzgewebe (vergleiche Seite 119) gezählt werden, finden wir, als wesentlich zu deren Aufbau gehörig, Zellen von höchst verschiedener Zahl und Beschaffenheit. Sie erscheinen in der Regel nicht so nahe aneinander gelagert, dass sie für sich allein ausgebreitete Membranen (einer Ausnahme hievon soll später gedacht werden), oder grössere Anhäufungen überhaupt darstellten, sondern sind meist durch dazwischen gelagerte Intercellularsubstanzen in grösserer oder geringerer Entfernung von einander gehalten. Ja sie treten gewöhnlich an Masse so sehr gegen die Intercellularsubstanz zurück, dass man sagen muss, der morphologische Charakter des Gewebes werde viel mehr durch diese als durch die Zellen bedingt. Wie man sieht, ist schon hierdurch ein durchgreifender Unterschied gegenüber den Epithel- und Drüsenzellen gegeben, von welchen allein die Gestaltung der Gewebsformationen, denen sie angehören, abhängt. Die Lagerungsstätten der Bindesubstanzzellen sind also theils Räume, welche zwischen den discreten Formelementen der Bindesubstanzen übrig bleiben oder Lücken, welche in einer mehr weniger homogenen Grundsubstanz sich befinden.

Ueber das nähere Verhältniss der Bindesubstanzzellen zu der Zwischensubstanz kann als unumstösslich sicher nur das hingestellt werden, dass die Zwischensubstanz in irgend einer Weise durch Vermittlung der Zellen gebildet wird. Sehr wahrschein-

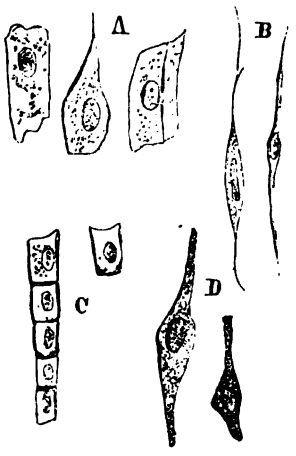
---

*) Die Ausdrücke »Bindegewebs-, Knochen-Knorpel*körperchen*«, welche als Synonyma für die Arten der Bindesubstanzzellen aus früherer Zeit her noch vielfach im Gebrauch stehen, sollen mit Absicht vermieden werden, da die zellige Natur der hier abzuhandelnden Gebilde ausser Zweifel steht und nach unseren jetzigen Kenntnissen sich die beiden Begriffe wesentlich zu einander verschoben haben. —

lich ist es auch, dass das Wachsthum und die weiteren Veränderungen derselben unter dem vorwiegenden Einflusse der Zellen vor sich gehen, und dass die fortdauernde Ernährung und Erhaltung des Gewebes als solchen unter Vermittlung der Zellen erfolgen dürfte. Es steht nemlich fest, dass in gewissen Entwicklungsperioden dort, wo später ein Bindesubstanzgewebe liegt, nur allein zellige Elemente sich vorfinden, und dass im Laufe der Entwicklung die Intercellularsubstanz sich aus oder zwischen diesen nach und nach differenzirt, während dessen die Zellen weiter auseinander rücken. Die Entstehung eines Bindesubstanzgewebes ohne Betheiligung von Zellen ist nirgends beobachtet worden. Auf die Meinungsverschiedenheiten über den Modus der Entwicklung der Grundsubstanzen einzugehen, wird sich bei Besprechung der letzteren Gelegenheit finden. — Die nutritive Bedeutung der Zellen für die Bindesubstanzgewebe, geht wohl am besten daraus hervor, dass der Bestand derselben thatsächlich an die unveränderte Erhaltung ihrer zelligen Elemente geknüpft ist, und dass krankhafte Veränderungen in ihnen stets durch gewisse Veränderungen der Zellen eingeleitet werden.

Was nun die *Form und Beschaffenheit* der Bindesubstanzzellen anbelangt, so sind sie, wie die Gewebe selbst, denen sie angehören, äusserst mannigfaltig. Während man bis vor nicht gar langer Zeit die Spindel- oder Sternform als eine der verbreitetsten angesehen hatte, ist man in Folge zahlreicher neuer Untersuchungen und mit Hilfe einer verbesserten Methodik zur Kenntniss gelangt, dass die genannten Zellenformen zwar einzelnen Arten der Bindesubstanzen zukommen, dass aber namentlich für den erwachsenen Thierkörper gewisse platte Zellformen eine hervorragende Stelle einnehmen. (Im fibrillären Bindegewebe. Fig. 9. A und B.) Es stellen dieselben, wie wir seit *Ranvier's* Mittheilungen wissen, zarte, fast homogene, durchsichtige Schüppchen der verschiedensten

Fig. 9.



Verschiedene Zellenformen aus fibrillärem Bindegewebe.

A. Platte Zellen aus dem intermuskulären Bindegewebe eines jungen Hundes.

B. Spindelförmige Zellen aus dem subcutanen Bindegewebe eines Kaninchen-Embryo.

C. Platte Zellen aus einer Sehne des Schwanzes von einer jungen Maus (nach Ranviers Methode dargestellt).

D. Stark granulirte Zellen aus dem intermuskulären Bindegewebe des Frosches.

(Hartnack, Immers. Syst. X. Oc. 2.)

Gestalt dar, an denen man nur in der nächsten Umgebung des meist ellipsoidischen Kernes, eine geringe Menge protoplasmatischer Substanz wahrnehmen kann. Diese Schüppchen sind theils einfach ganz flach und eben oder leicht eingebogen, theils aber auch, wie besonders neuerdings durch *Waldeger* hervorgehoben wird, zusammengesetzt, indem gewissermassen mehrere Schüppchen derart an einer Kante verklebt sind, dass sie zu einander Flächenwinkel darstellen. Ausserdem aber gibt es kugelförmige, ellipsoide, zum Theil in verschiedener Weise abgeflachte Bindesubstanzzellen (im Knorpel) oder linsenförmige, mit grösseren oder kleineren Zacken und Ausläufern versehene Formen (im Knochen), ferner spindelförmige Zellen, welche an ihren beiden Enden in lange, mitunter gabelig gespaltene Fortsätze auslaufen (im fibrillären Bindegewebe von älteren Embryonen und jugendlichen Individuen), endlich vielfach verästigte Zellen, bei denen der grösste Theil des Zellkörpers in der Bildung von verzweigten Fortsätzen aufgegangen ist. Im letzteren Falle stehen die Zellen mittelst ihrer Ausläufer unter einander in Zusammenhang, und formen ein feines Netzwerk, in dessen Knotenpunkten die Zellkerne gelegen sind (reticuläres Bindegewebe). Es übernehmen dann die Bindesubstanzzellen selbst jene mechanische Aufgabe des »Stützens oder Bindens«, welche sonst vorzüglich nur der Intercellularsubstanz zukommt, indem in den Maschenäumen des Reticulum andere Formelemente eingefügt sind, welche durch dasselbe zusammengehalten werden. (Z. B. die Bindesubstanz des Centralnervensystems.)

Bezüglich der *Lebenseigenschaften* der Bindesubstanzzellen ist zu bemerken, dass man ihnen für gewöhnlich, theils wegen ihrer äusseren Beschaffenheit, theils wegen ihren nicht sehr nahen Beziehungen zu dem Blutgefässsysteme kaum einen sehr lebhaften Stoffwechsel zuschieben kann. Unter gewissen Umständen können sie jedoch Fett erzeugen und in kleineren oder grösseren Tropfen in ihrem Innern ansammeln. Sie erlangen dann, wenn ihr Fettgehalt bedeutend ist, eine mehr oder weniger ausgesprochen kugelige Gestalt und werden in diesem Falle als *Fettzellen* bezeichnet. Auch körniger Farbstoff kann sich in ihnen aufspeichern, welcher in den meisten Fällen aus Melanin besteht. Solche pigmentführende Zellen kommen beim Menschen fast allein in gewissen Bezirken des Auges vor, sind aber bei den niederen Wirbelthieren eine sehr verbreitete Erscheinung.

Die speciellen Eigenthümlichkeiten und die Darstellungsmethoden der verschiedenen Arten der Bindesubstanzzellen werden später zur Sprache kommen.

Nur einer Abart derselben muss hier noch gedacht werden, welche in morphologischer Beziehung gewissen Epithelialzellen ähnlich, durch lange Zeit zu den letzteren gezählt wurde, bis es den schönen Untersuchungen von *His* gelungen ist, ihren wahren Charakter aufzudecken. Es sind dies die *Endothelzellen**). Alle jene Räume und Höhlen des Körpers, welche vollkommen in sich abgeschlossen, auch in der embryonalen Anlage niemals in Communication mit der äusseren Umgebung des Individuums gewesen, sondern durch Auseinanderweichen von Gebilden des mittleren Keimblattes entstanden sind, besitzen eine dünne membranöse Auskleidung, welche durch die Endothelzellen geformt wird. Diese Räume werden von *His* im Gegensatze zu den mit der Körperoberfläche in Zusammenhang stehenden als Binnenhöhlen des Körpers bezeichnet. Es gehören hieher alle serösen Räume, die synovialen Räume, Sehnenscheiden, Schleimbeutel, die centralen Räume des Gehirnes und Rückenmarkes, und endlich die gesammten Bahnen des Blut- und Lymphgefässsystems.

Die Endothelzellen, aus dem mittleren Keimblatte abstammend, sind ausnahmslos platte, schüppchenartige, helle und durchsichtige, fast homogene Zellen, von theils spindelförmiger, theils unregelmässig polygonaler oder auch verschieden ausgebuchteter Gestaltung; sie führen meist einen platten, ellipsoidischen Kern, welcher ungefähr in der Mitte der Zelle gelagert und mit seiner längeren Axe der Längsrichtung der Zelle parallel gestellt ist. Indem die Endothelzellen mit ihren häufig leicht gezähnelten Rändern unter Vermittlung einer geringen Menge von Kittsubstanz aneinander haften, bilden sie eine continuirliche hautartige Bekleidung der genannten Binnenräume.

Als besondere Eigenthümlichkeit der Endothelzellen gegenüber den Epithelialzellen betont *His* noch ihre Durchgängigkeit für Serum (?), ihre grosse Empfindlichkeit gegen abnorme Reize und endlich

---

*) Da man die Zellenhäutchen, welche die Oberflächen der nach aussen offenen Körperhöhlen bekleiden, als Epithelien bezeichnet, so wurde daraus für die zelligen Auskleidungen der Binnenhöhlen der Name Endothelium (obwohl ethymologisch ganz ungerechtfertigt), abgeleitet.

den Umstand, dass sie niemals eine sekretorische Bedeutung erlangen.

5) Die Fettgewebszellen.

Sie sind charakterisirt durch ihren Fundort und durch ihre hervorragende Bedeutung für die Bereitung, Aufspeicherung und Verarbeitung des Körperfettes, wodurch sie zu wichtigen Regulatoren des thierischen Gesammtstoffwechsels werden.

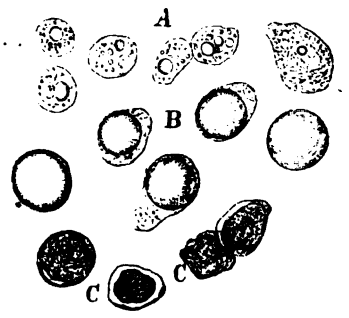
An ganz genau bestimmten Stellen des Körpers und in ganz gesetzmässiger Ausbreitung findet sich bei allen Wirbelthieren ein Gewebe, welches an geformten Baumitteln nur zellige Elemente neben Blutgefässen, Lymphgefässen und Nerven enthält — das *Fettgewebe*. Da die in ihm enthaltenen Zellen meistentheils mehr oder weniger Fett enthalten, sind sie schon seit längerer Zeit als Fettzellen bekannt und beschrieben. Es ist jedoch schon oben der Fähigkeit des Zellprotoplasma's unter geeigneten Umständen Fett zu bilden, als einer ganz allgemeinen Eigenschaft desselben gedacht worden; und in der That gibt es kaum eine Zellenart im Thierkörper, welche wir nicht unter gewissen Verhältnissen mit Fett beladen finden könnten. Da nun alle, wie immer gearteten Zellen, wenn die Menge des Fettes in ihnen bis zu einem gewissen Grade zugenommen hat, in ihrer äusseren Erscheinung den Zellen des Fettgewebes gleichen, also Fettzellen genannt werden können, so ergibt sich die Nothwendigkeit speciell die zum Fettgewebe gehörigen, durch den Namen der *Fettgewebszellen* von allen anderen Fettzellen zu unterscheiden.

Es kann kein Zweifel darüber bestehen, dass die Fettgewebszellen aus dem mittleren Keimblatte abstammen und aus diesem Grunde mit den Bindesubstanzzellen, Muskelzellen u. dergl. genetisch verwandt sind; aber gerade so wie die letzteren, nachdem sie sich einmal differenzirt haben, specifischen Gewebsformen angehören und während der ganzen Dauer ihrer Existenz diese Specificität bewahren, so ist es auch mit der Fettgewebszelle der Fall. Die Bindesubstanzzelle, die Leberzelle, die Ganglienzelle bleibt eine solche, wenn sie auch sehr viel Fett in sich enthalten mag; sie behält ihre Beziehung zu dem Muttergewebe bei, sie kann ihr Fett wieder abgeben und zu ihrer früheren Formbeschaffenheit zurückkehren. Ebenso die Fettgewebszelle. In welchem Zustande wir sie immer treffen, ob sie nun von Fett vollgepfropft ist oder aber keine Spur desselben enthält, immer gehört sie dem Fettgewebe an; ebenso-

wenig wie sie aus einer Bindesubstanzzelle oder aus einer Leberzelle hervorgeht, ebensowenig kann sie jemals zu einer solchen werden, sie bleibt solange sie existirt ein integrirender Bestandtheil des Fettgewebes. Ich lege einen besonderen Nachdruck auf diese specifische Natur der Fettgewebszellen aus dem Grunde, weil seit der Zeit, als ich zuerst eine genaue Charakteristik des Fettgewebes als solchen gegeben habe, zwar mehrere Autoren *(Rollet, Ranvier)* meiner Anschauung vollkommen zugestimmt haben, andererseits aber von manchen Seiten *(Flemming, Frey, Krause)* die Fettgewebszellen auch jetzt noch für nichts anderes, als für fetthaltige Zellen des fibrillären Bindegewebes angesehen werden. —

Die Fettgewebszellen sind sowohl bei ihrer ersten Anlage im Embryo, als auch bei ihrer Neubildung im erwachsenen Thierkörper kugelige oder wenig abgeplattete, kernhaltige Zellen, welche sich manchmal nur durch ihre etwas bedeutendere Grösse und durch die deutlichere Granulirung ihres Zellkörpers von lymphoiden Zellen unterscheiden. Ebenso wie diese entbehren sie einer Zellmembran. In diesem monoplasmatischen Zustande sind die Fettgewebszellen jedoch relativ selten zu beobachten, weil sie bald nach ihrer Entstehung schon ihre Thätigkeit als Fettbildner beginnen. Man findet daher in ihnen das Fett in einem oder mehreren, grösseren oder kleineren Tröpfchen angesammelt — meist ist ein grosser Tropfen vorhanden, um welchen sich verschiedene kleinste Tröpfchen herum gruppiren. Je mehr das Fett in der Zelle zugenommen hat, desto mehr vergrössert sie sich und desto mehr tritt der protoplasmatische Antheil des Zellkörpers in den Hintergrund. (S. Fig. 10 B.) Derselbe ist sammt dem nun meist stark abgeplatteten Kern an die Peripherie der Zelle gerückt. In solchen Fällen zeigt sich an den isolirten Zellen um den dunkeln Contour des Fetttropfens ein feiner blasser Saum, welcher mitunter an einer Stelle etwas verdickt erscheint. Diese Verdickung schliesst den Kern in sich und kann

Fig. 10.



Formen von Fettgewebszellen.

A. Von einem äusserst abgemagerten alten Mann aus der Achselhöhle.

B. Von einem wenig abgemagerten Individuum (beide frisch mit Kochsalzlösung präparirt).

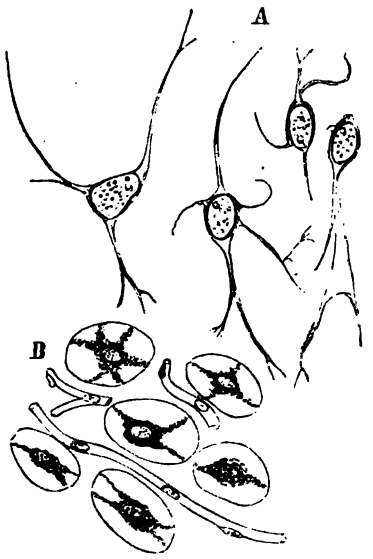
C. Durch Härtung in Alkohol veränderte Fettgewebszellen eines wohlgenährten Individuums. (Hartnack, Syst. VIII. Ocul. 2.)

natürlich nur dann gesehen werden, wenn die Zelle so gelagert ist, dass der Kern nahe ihrem grössten Horizontalumfang zu stehen kommt. Nimmt das Fett in der Zelle noch mehr zu, so wird der protoplasmatische Saum so dünn, dass er nur undeutlich oder in den meisten Fällen auch gar nicht mehr gesehen werden kann. In diesem Zustande befinden sich die meisten Fettgewebszellen aus normal genährten Individuen. Sie sind dann von sehr verschiedener Grösse, so dass ihr Durchmesser beim Menschen normaler Weise zwischen 45—120 μ schwanken kann. Besteht die Fettgewebszelle durch einige Zeit im fetterfüllten Zustande, so entwickelt sich, wahrscheinlich durch Verdichtung des Zellprotoplasma's eine Art von Zellmembran. Dieselbe lässt sich leicht dadurch nachweisen, dass man ein Klümpchen Fettgewebe frisch zerzupft und dann während der Beobachtung isolirter Zellen einen entsprechenden Druck auf das Deckgläschen ausübt, wodurch die Zelle zum Platzen gebracht wird, das Fett ausfliesst und die Membran im gefalteten Zustande zurückbleibt. Der Kern ist so stark abgeplattet, dass er nur sehr schwer nachgewiesen werden kann.

Untersucht man Fettgewebe aus schlecht genährten Individuen, so findet man an den meisten Zellen wieder den blassen Saum des Protoplasma's und ab und zu auch solche Zellen, deren Fettgehalt auf einzelne, kleine Tröpfchen herabgesunken ist. Die Form der ganzen Zelle erscheint dann gewöhnlich nicht mehr kugelrund, sondern abgeplattet (s. Fig. 10 A), das Zellprotoplasma sehr blass, die in ihm eingelagerten Körnchen, weit von einander abstehend, so als ob das Protoplasma durch eine hyaline Flüssigkeit verdünnt wäre; solche Zellen sind schon seit längerer Zeit unter dem Namen *seröser* Fettzellen bekannt. Es ist aber in der That nicht Serum, sondern eine schleimhaltige Flüssigkeit, welche sich dem Protoplasma beigemengt hat. Dafür spricht einerseits die starke körnige Trübung und Schrumpfung dieser Zellen nach Zusatz von verdünnter Essigsäure, andererseits aber das starke Aufquellen und die zäh schleimige Beschaffenheit solchen Fettgewebes nach längerem Verweilen in destillirtem Wasser. Je mehr das Individuum, dessen Fettgewebe man untersucht, abgemagert war, desto geringer ist der Fettgehalt seiner Zellen, jedoch nimmt dieser durchaus nicht in allen Theilen des Körpers, ja nicht einmal in allen Zellen eines Fettgewebsläppchens in gleichem Masse ab. Bei sehr marastischen Individuen findet man eine grosse Anzahl von Fettgewebszellen vollkommen fettleer, manche nur mit einzelnen gelb-

lichen Krümmelchen, andere mit grösseren oder kleineren Fetttropfen besetzt. Das Protoplasma hat sich häufig zu sternförmigen Figuren geformt, in deren Mitte der Kern liegt (Fig. 11 A). Dieser Umstand mag wohl zu einer Zeit, als man noch die Zellen des Bindegewebes für sternförmig hielt, Veranlassung gegeben haben, solche Zellen als Bindesubstanzzellen aufzufassen. Den besten Beweis gegen diese Auffassung kann man dadurch liefern, dass man Fettgewebe aus höchst abgemagerten Leichen in Alkohol erhärtet und dann feine Durchschnitte anfertigt. Die beistehende Abbildung (Fig. 11 B) zeigt derartige Fettgewebszellen; man kann ganz deutlich noch die Hülle derselben erkennen, in deren Innern die eigentliche Zellsubstanz einen unregelmässig strahligen Körper formt. Dass man es nicht mit Bindegewebszellen zu thun hat, beweist, dass man auf solchen Durchschnitten im ganzen Bereiche eines Fettgewebsläppchens keine Spur einer Bindegewebsfibrille, wohl aber das dem Fettgewebe eigenthümliche Blutgefäss-Capillarnetz deutlich erkennen kann.

Fig. 11.



Fettgewebszellen von einem aussergewöhnlich stark abgemagerten 21jährigen Mann aus der Achselhöhle.
A. Frisch mit Jodserum zerzupft. (Hartnack, Immers. Syst. X. Ocul. 2.)
B. Aus einem Durchschnitt des in Alkohol erhärteten Gewebes mit Glycerin präparirt (Hartnack, Syst. IX. Ocul 2.)

Die Fettgewebszelle erhält auch bei höchster Abmagerung der Individuen ihre volle Lebensfähigkeit, d. h. ihr Protoplasma hat noch, wie ich nachgewiesen habe, seine vitale Contractilität bewahrt und kann bei Eintritt günstigerer Ernährungs-Verhältnisse neuerdings Fett bilden.

Sehr interessant und beachtenswerth ist die durch *Flemming* zuerst beschriebene Thatsache, dass in stark abgemagertem Fettgewebe häufig Zellen vorkommen, welche eine Proliferation ihrer Kerne zeigen, ja selbst eine ganze Brut junger Zellen in sich schliessen. *Flemming* hat für diese, mit endogener Zellenneubildung einhergehende Abmagerung des Fettgewebes den Namen »Wucher-Atrophie« — im Gegensatze zu der einfachen »serösen« Atrophie gewählt. Einen ganz

analogen Vorgang hatte schon früher *Czajewicz* bei der Entzündung des Fettgewebes beobachtet.

Diese nur in ihren auffälligsten Stadien hier geschilderten, morphologischen Wandlungen der Fettgewebszellen sind conform ihrer physiologischen Function. Die Fettgewebszelle ist vermöge der reichen Ausbildung des Blutgefäss-Systems innerhalb der Fettgewebsläppchen zu einem sehr ausgiebigen Stoffwechsel befähigt, welchen sie in bestimmten chemischen Umwandlungen der Nahrungsstoffe bethätiget, so lange ihr solche in hinreichender Menge zugeführt werden. Eines dieser Umwandlungsproducte ist das Körperfett, welches, in Folge seines physikalischen Verhaltens gegen die wasserreiche Zellsubstanz zu Tropfen geballt, in derselben angesammelt bleibt. Dieses Fett kann aber innerhalb der Zelle wieder zerlegt werden, wobei diffusible Stoffe entstehen, welche aus der Zelle austreten und in die Lymphe oder in das Blut aufgenommen werden können. Dieser letzterer Vorgang, uns besonders in die Augen fallend während der Abmagerung des Individuums (wobei nur unzureichende Mengen von Nährstoffen in dem Blute circuliren), geht jedoch höchst wahrscheinlich auch bei gutem Ernährungszustande unaufhörlich vor sich, so dass wir uns nicht vorstellen müssen, dass dasselbe Fett in der Fettgewebszelle durch Jahre hin angesammelt bleibe, sondern es findet höchst wahrscheinlich eine fortwährende Zersetzung und Neubildung desselben statt. Es erlangt so die Fettgewebszelle die Bedeutung eines höchst wichtigen Regulators des thierischen Gesammtstoffwechsels.

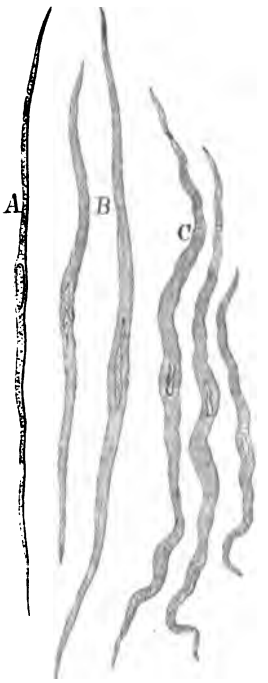
Dass die Bildung von Fett innerhalb der Zelle durch Zerlegung gewisser Nährstoffe (wahrscheinlich der Eiweisskörper) geschieht, findet seine Begründung noch darin, dass gleichzeitig mit ihm eine geringe, bei verschiedenen Thieren wechselnde Menge von Farbstoff entsteht, welcher in dem Fett gelöst, im Wasser aber unlöslich ist, und dem Fette die eigenthümliche gelbliche Farbe verleiht. Schwindet das Fett aus der Zelle, so bleibt der Farbstoff in Form einer krümmligen Masse zurück, welche, wenn sich wieder Fett bildet, neuerdings gelöst werden kann. In dieser Thatsache liegt zugleich ein sprechender Beleg dafür, dass das Fett nicht als solches die Zelle verlässt, sondern in ihr zerlegt wird, da sonst der Farbstoff gleichzeitig aus der Zelle verschwinden müsste. Wenn wir noch weiters berücksichtigen, dass bei höchstgradiger Abmagerung des Organismus in der Fettgewebszelle Schleim sich entwickelt, so haben wir in ihr eines der lehrreichsten Objekte in Bezug auf den Stoffwechsel der Zelle vor uns.

Als eine nicht selten vorkommende Erscheinung möge noch erwähnt werden, dass man in den aus der Leiche entnommenen Fettgewebszellen mitunter Krystallnadeln findet, welche sich aus dem Fette abgeschieden haben. Man hält sie für Margarin-Krystalle. Noch häufiger ist dies der Fall, wenn Fettgewebe durch einige Zeit in Alkohol gelegen hatte. Dabei nimmt das Fett eine eigenthümlich krümmlige Beschaffenheit an (vergl. Fig. 10 C.).

6) Die Muskelfasern.

Die Muskelfasern müssen, obwohl ihre äussere Beschaffenheit zum Theile sehr weit von dem gewöhnlichen Zellentypus abweicht, nichtsdestoweniger als wahre Zellen betrachtet werden. Sie sind charakterisirt durch eine stark in die Länge gestreckte Form und durch die Fähigkeit ihrer Substanz, auf gewisse Anregungen hin sich derart aktiv zu kontrahiren, dass eine bedeutende Verkürzung des Gebildes in seiner Längenrichtung und eine entsprechende Vergrösserung seiner Dickendimension, ohne wesentliche Veränderung der Gesammtgestalt erfolgt. Die Muskelfasern treten in zwei verschiedenen Formen auf, welche nicht nur morphologisch, sondern auch in der Art ihrer Lebensäusserungen so bedeutend von einander abweichen, dass man sie in zwei Gruppen abzutheilen pflegt, von denen man die eine schlechtweg als *glatte,* die andere als *quergestreifte* Fasern bezeichnet.

Fig. 12.



Glatte Muskelfasern.
A. Aus dem Darm eines Meerschweinchens (in Chromsäure erhärtet).
B. Aus dem Magen des Frosches (frisch durch Salpetersäure isolirt).
C. Ebendaher (durch 35 Proz. Kalilauge isolirt).
(Hartnack, Syst. VIII. Ocul. 2.)

a) **Die glatten Muskelfasern** (muskulöse Faserzellen, *Kölliker)* sind verschieden lange, spindelförmige, an beiden Enden in Spitzen zulaufende Gebilde (s. Fig. 12) von fast homogenem Aussehen. Sie sind keineswegs drehrund, sondern nach einer Seite abgeplattet, weshalb ihr Querschnitt nicht kreisförmig, sondern als eine ziemlich gestreckte Ellipse erscheint. Ihre Ränder sind glatt und eben, so lange sie nicht durch die Ein-

wirkung von Reagenzien verändert sind. Dies geschieht indessen durch die meisten jener Methoden, welche wir zu ihrer Isolirung anzuwenden pflegen. Jede glatte Muskelfaser besitzt einen Kern (in seltenen Fällen sind auch zwei vorhanden), welcher durch seine langgestreckte, wie man sich auszudrücken pflegt, *stäbchenartige* Form, so sehr ausgezeichnet ist, dass man sich für gewöhnlich berechtigt hält, aus der Anwesenheit solcher Kerne auf glatte Muskelfasern zu schliessen. Er enthält ein oder zwei glänzende Kernkörperchen. In seiner nächsten Umgebung sind häufig einzelne mattglänzende Körnchen in die Substanz der Faser eingelagert. Eine Zellmembran oder überhaupt eine differenzirte Umhüllungsschichte auf ihrer Oberfläche konnte bis jetzt nicht nachgewiesen werden. Die *Dimensionen* der glatten Muskelfasern erscheinen ausserordentlich wechselnd, je nach der Oertlichkeit, aus welcher sie zur Untersuchung entnommen werden. Die Länge kann nach *J. Arnold* zwischen 45 und 230 μ, die Breite zwischen 4 und 10 μ schwanken; doch dürften dies namentlich für die Längendimension noch nicht die äussersten Grenzen sein. Bemerkenswerth ist, dass mit der Länge der Muskelfasern nicht immer auch ihre Breite gleichmässig zunimmt, so dass man sehr kurzen und breiten, aber auch sehr langen und schmalen Fasern begegnet. — Nicht selten trifft man, besonders an gewissen Oertlichkeiten (Harnblase), glatte Muskelfasern, welche sich nach einem oder beiden Enden hin gabelig theilen. — Eine leichte Querstreifung, welche man in seltenen Fällen an den glatten Muskelfasern nachweisen kann, wird als Contractionsphänomen gedeutet. *(Meissner, Heidenhain.)*

Die gegenseitige Verbindung der glatten Muskelfasern ist eine sehr innige, so dass es im frischen Zustande nicht leicht gelingt, durch Zerzupfen sie unversehrt zu isoliren. Dies geschieht am Besten durch Einlagerung des frischen, jedoch nicht mehr zuckungsfähigen Gewebes in 30—35% Kalilauge durch etwa 10 Minuten. Dieselbe Kalilauge verwendet man dann als Zusatzflüssigkeit bei der Präparation. Auch ein Gemenge von Salpetersäure und chlorsaurem Kali erleichtert die Isolirung. Bei beiden dieser Methoden erscheinen die Ränder der Muskelfasern leicht ausgezackt. Gute Präparate erhält man ausserdem durch Zerzupfen von Geweben, welche bis zur Erhärtung in *Müller'scher* Flüssigkeit oder chromsaurem Kali gelegen sind. In diesem Falle sind die Muskelfasern gelblich, ziemlich starr und spröde geworden und sind besonders leicht an Schnittpräparaten zu erkennen, bei welchen auch die

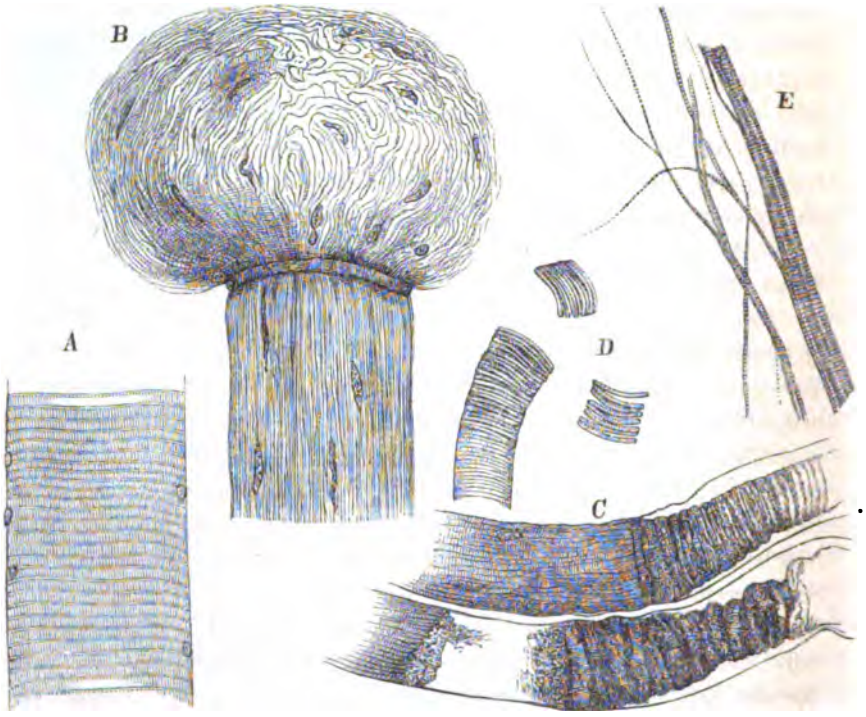
verschiedenen Färbmethoden (Pikrokarmin, Hämatoxylin, Palladiumchlorid) die besten Dienste leisten.

Die glatten Muskelfasern sind im Allgemeinen in solchen Körpertheilen vertreten, welche zu Bewegungen befähigt sind, die ausserhalb unserer Willkür liegen; also besonders: in dem Darmkanal (vom Oesophagus nach abwärts) in dem Respirationstract (Luftröhre und Bronchialverästlungen), in dem Genitalapparat (Gebärmutter, Eileiter, Nebenhode und Vas deferens, Vorsteherdrüse); in dem Harnapparat (Nierenbecken, Harnleiter, Harnblase, Harnröhre), ferner in dem Blutgefässsystem (Arterien und Venen) in der mittleren Augenhaut und endlich in verschiedenen Theilen der Cutis und an manchen ihr eingelagerten Gebilden.

b) **Die quergestreiften Muskelfasern.** Sie stellen lange, schmale, ziemlich regelmässige Cylinder dar, deren hervorstechendste Eigenthümlichkeit darin besteht, dass ihre Substanz eine Differenzirung ihrer kleinsten Theile erkennen lässt, welche sich in kurzen regelmässigen Abständen stets gleichartig wiederholt. Sie erscheinen daher in querer Richtung gestreift oder gebändert. Ausser der weichen, fast flüssigen Substanz, welche der Muskelfaser dieses Aussehen verleiht, finden wir an ihr noch zwei andere Bestandtheile: eine zarte, strukturlose Haut — das Sarkolemma — als Umhüllungsmembran und eine grössere Anzahl von Kernen. Untersucht man eine Muskelfaser, welche aus einem ganz frischen, noch contractionsfähigen Muskelstücke unter Zusatz von Serum schonend isolirt worden ist, mit starken Vergrösserungen, so nimmt man bei einer bestimmten Einstellung der Mikroskopröhre wahr, dass entlang der ganzen Faser abwechselnd hellere und dunklere Querbänder erscheinen, welche sich bei Drehung der Stellschraube durch die ganze Dicke der Faser gleichmässig erkennen lassen. Die helleren, zugleich die schmäleren Querbänder zeigen manchmal eine ganz homogene (s. Fig. 13 A) Beschaffenheit, können aber in anderen Fällen mit einer Anzahl der Quere nach aneinander gereihter feiner Körnchen besetzt sein. Die dunkleren Bänder dagegen sind in regelmässigen Abständen von feinen, hellen, längsgerichteten Streifen durchzogen, so dass sie aus einer Anzahl nebeneinanderstehender, länglicher Körperchen zusammengesetzt erscheinen. Diese Körperchen sind in der That auch als die eigentlichen Elemente der Muskelsubstanz zu betrachten, da sie sowohl morphologisch als auch physiologisch die wesentlichsten Bestandtheile derselben ausmachen. Sie sind unter dem Namen

Fleischtheilchen (Sarcous elements, Bowman) bekannt, und stellen kurze prismatische Säulchen dar, welche insbesondere durch ihr optisches Verhalten ausgezeichnet sind. Sie erweisen sich nemlich unter dem Polarisations-Mikroskope als doppeltbrechende, positiv einaxige Gebilde und unterscheiden sich dadurch von der übrigen,

Fig. 13.



A. Muskelfaser von Hydrophylus piceus, frisch mit 1 Proz. Kochsalzlösung präparirt. (Hartnack, Syst. VIII. Ocul. 3.)
B. Muskelfasern vom Frosch nach Behandlung mit Essigsäure. (Hartnack, Syst. VIII. Ocul. 2.)
C. Zwei Muskelfasern vom Frosch nach längerer Einwirkung von Kochsalzlösung; der geschrumpfte Inhalt ist von dem Sarkolemma abgehoben. (Hartnack, Syst. VII. Ocul. 2)
D. Aus einem Zupfpräparat eines in Chromsäure erhärteten Muskels (Eichhörnchen); man sieht die Lockerung in dem Zusammenhang der Querscheiben. (Hartnack, Syst. VIII. Ocul. 2)
E. Aus einem Zupfpräparat der Muskulatur eines in Alkohol conservirten Proteus anguineus. Theilweiser Zerfall einer Faser in Fibrillen. (Hartnack, Syst. IX. Ocul. 2.)

isotropen Substanz des Muskels. Eine weitere Differenzirung lässt sich in den Fleischtheilchen durch das Mikroskop nicht mehr nachweisen; doch erschloss *Brücke* aus der Unveränderlichkeit ihrer optischen Constanten bei Formveränderungen, dass sie noch aus

einer Anzahl kleinster Körperchen zusammengesetzt sein müssen, welche die Eigenschaft der doppelten Lichtbrechung besitzen. Diese, vorderhand also hypothetischen Körperchen hat *Brücke* als *Disdiaklasten**) bezeichnet.

Man hat sich nun die Sarcous elements so angeordnet zu denken, dass ihrer viele in einer Ebene nebeneinandergestellt und durch eine geringe Menge von isotroper Substanz zu einer Scheibe verbunden sind, deren Umfang dem Umfang der Muskelfaser gleich ist. Denkt man sich solcher Scheiben, welche somit vorwiegend aus doppelt brechenden Elementen bestehen, eine grosse Anzahl übereinander gelegt und alle wieder durch eine dünne Lage von isotroper Substanz aneinandergehalten, so wird durch sie eine cylindrische Muskelfaser aufgebaut, deren quer gebändertes Aussehen durch die wechselweise Uebereinanderlagerung verschieden lichtbrechender Schichten erzeugt wird.

Es ist eine interessante Erscheinung, dass man diesen Verband der Sarcous elements durch gewisse chemische Einwirkungen zu lösen vermag und zwar das einemal so, dass die einzelnen Querscheiben isolirt werden, das andere Mal in der Weise, dass die ganze Muskelfaser der Länge nach in eine Anzahl ausserordentlich dünner Fädchen zerfällt, welche sich aus übereinander gestellten Sarcous elements zusammengesetzt zeigen. Die ersteren (s. Fig. 13 D) — unter dem Namen *Disc's (Bowman), Bowman'sche Scheiben* bekannt — erhält man zur Ansicht, wenn man ein Stück frischen Muskels durch einige Zeit der Einwirkung einer 0·001 % Salzsäurelösung überlässt. Auch der Magensaft der fleischfressenden Thiere, das Einfrierenlassen der Muskeln bewirkt den queren Zerfall. Gute Bilder erhält man ausserdem von Muskeln, welche durch längere Zeit in Chromsäure erhärtet worden sind; die Muskelfasern werden im letzteren Falle sehr spröde und zeigen an Zupfpräparaten häufig eine Lockerung der Querscheiben und eine grosse Neigung sich diesen entsprechend zu zerbröckeln. Die Auflösung der Muskelfaser in Fädchen — *Fibrillen, Primitivfibrillen* — (s. Fig. 13 E) gelingt am leichtesten an Präparaten, welche längere Zeit in mässig verdünntem Weingeist gelegen sind; eine Andeutung davon zeigt sich übrigens manchmal an Zupfpräparaten frischer Muskeln an den Rissenden der Fasern.

Die eben erwähnten Thatsachen haben zu verschiedenen An-

---

*) Von διακλάω — ich breche.

schauungen über den Aufbau der Muskelsubstanz Veranlassung gegeben, indem einige Autoren die Fibrille, andere den Disc als das primäre Formelement der Muskelfaser betrachtet haben. Noch andere haben und wie es scheint mit Recht auf das Sarcous element zurückgegriffen und stellen sich vor, dass eine Anzahl derselben durch ein Bindemittel, welches in 0·001 %ger Salzsäure u. s. w. löslich, aber in Alkohol unlöslich sei, der Länge nach zu Fibrillen verbunden werden; der Quere nach aber würden die Sarcous elements durch ein anderes, in Alkohol lösliches, in 0·001 % Salzsäure jedoch unlösliches Bindemittel zur Scheibe verkittet.

Es scheint mir übrigens nicht gerechtfertigt, noch auch zwingend nothwendig, zwei chemisch differente Bindemittel zu supponiren, denn erstens kann man unter gewissen Umständen und bei längerer Einwirkung sowohl des Alkohols als auch der Salzsäure, die Muskelsubstanz bis zu den Sarcous elements zerlegen, also sowohl den Längs- als den Querverband derselben lösen, und zweitens tritt die Zerlegung der Muskelfaser in Scheiben oder Fibrillen nicht stets mit jener Sicherheit und Constanz hervor, welche einer bestimmten chemischen Beziehung der genannten Reagenzien zu der isotropen Bindesubstanz zukommen müsste; drittens endlich scheint es recht wohl möglich, den Zerfall nach der einen oder anderen Richtung, aus gewissen Gestaltveränderungen der Sarcous elements herzuleiten, vermöge welcher ihr Zusammenhang mit dem Bindemittel, nachdem es abgestorben und ebenfalls chemisch verändert ist, in gewissen Richtungen verändert werden könnte.

Diese isotrope Zwischensubstanz, welche wir uns also bis auf Weiteres durch die ganze Muskelfaser als eine gleichartige vorstellen dürfen, ist an gewissen Stellen etwas mehr angehäuft, und zwar so, dass immer eine Anzahl von Längsreihen der Sarcous elements (Fibrillen) wie von einer stärkeren Hülle von isotroper Substanz umgeben ist. Dies prägt sich bei der Längenansicht der Faser durch eine gewisse, bald mehr, bald minder deutliche Längsstreifung aus, an Querschnitten derselben aber, welche man sich zu diesem Zwecke am besten aus gefrorenen, frischen Muskeln darstellt, in Form von feinen Linien, welche sich zu einem weitmaschigen Netz vereinen (*Cohnheim'sche Felder*). Innerhalb derselben sind die punktförmig erscheinenden Sarcous elements gruppenweise eingelagert. Häufig erscheint die isotrope Substanz an diesen Stellen von reichlichen, feineren oder gröberen Punkten durchsetzt, welche von *Kölliker* als *interstitielle Körner* bezeichnet wurden; sie

treten denn auch bei der gewöhnlichen Längenansicht der Muskelfasern in den feinen Längsstreifen hervor. (Ueber ihre Bedeutung soll weiter unten das Nöthige beigebracht werden.)

Die im Vorstehenden gegebene Darlegung des Aufbaues der Muskelsubstanz entspricht den Ansichten, wie man sie sich bis vor wenigen Jahren mit einzelnen wenig erheblichen Modificationen ganz allgemein zurechtgelegt hatte. Seit einiger Zeit, insbesondere seitdem man sich sehr eingehend mit dem Studium der Muskulatur verschiedener Arthropoden befasst hat, ist eine ganze Reihe neuer Thatsachen bekannt geworden, welche wohl geeignet sind, die früher gangbaren Vorstellungen über diesen Gegenstand als ziemlich lückenhaft erscheinen zu lassen. Allerdings sind wir heute noch nicht im Stande, an die Stelle derselben etwas anderes, einigermassen Abgeschlossenes zu setzen, wenn auch an mannigfachen Hypothesen kein Mangel ist. Es handelt sich eben hier um eine sehr schwierige Deutung subtiler Wahrnehmungen, welche schon an der Grenze des uns dermalen Zugänglichen gelegen sind. Es möge daher das Bemerkenswertheste aus den hierhergehörigen neueren Untersuchungen kurz vorgeführt werden, mit dem Bemerken, dass es der Zukunft überlassen bleiben muss, an denselben Wahrheit und Irrthum zu unterscheiden.

Untersucht man frische Muskelfasern von Wasserkäfern unter Zusatz von indifferenten Flüssigkeiten (oder auch solche, welche mässig in Alkohol erhärtet worden sind), mit Zuhilfenahme starker Vergrösserungen (Immersionssystemen), so gewahrt man zunächst nicht selten, dass die helleren, einfach brechenden Querbänder der Fasern durch eine zarte, quere Linie in zwei Hälften getheilt erscheinen. Durch verschiedene Einstellung der Mikroskopröhre kann man sich die Ueberzeugung verschaffen, dass diese Linie durch die ganze Tiefe der Muskelfaser hindurch sichtbar bleibt und daher als der optische Ausdruck einer quer durch dieselbe ausgespannten feinen Membran angesehen werden darf. Es ist dies die »*Querlinie*«, *Quermembran Krause's*. Man hätte sich demnach vorzustellen, dass eine jede doppeltbrechende Querschichte sammt der oben und unten sich anschliessenden Hälfte der isotropen Querschichte zwischen zwei, durch die ganze Breite der Muskelfaser ausgespannte Häutchen zu liegen komme, und dass durch die letzteren die ganze Muskelfaser in viele übereinanderliegende *Fächer* abgetheilt werde. Ein jedes von diesen wird nach *Krause's* Angaben wieder in eine grössere Anzahl

von kleineren Fächern abgetheilt, dadurch, dass ein jedes Sarcous element für sich von einer membranösen Hülle eingeschlossen ist, welche nach einer Seite an der »Quermembran« festhaftet. *Krause* nannte diese letzteren, kleinen Fächer »*Muskelkästchen*«, und gab folgende Darstellung vom Bau der Muskelsubstanz: Ihr Grundelement ist das Muskelkästchen; an jedem derselben kann — gewissermassen als Boden — eine »*Grundmembran*«, d. i. der entsprechende Theil der Quermembran, und als seitliche Wandung eine in sich geschlossene und mit der Grundmembran verwachsene »*Seitenmembran*« unterschieden werden.

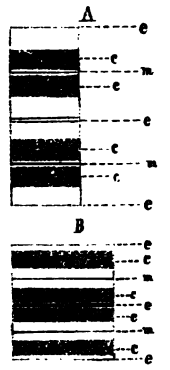
Das Muskelkästchen stellt somit einen länglichen Behälter von polygonalem Querschnitt dar, welcher nach oben keine besondere Wandung besitzt, sondern von der Grundmembran des nächstfolgenden Muskelkästchens bedeckt wird. Ein jedes Muskelkästchen enthält in sich ein anisotropes »*Muskelprisma*« (identisch mit dem Sarcous element), welches aber nicht den ganzen Raum des Kästchens einnimmt, sondern von den membranösen Wänden desselben durch eine isotrope »*Muskelkästchenflüssigkeit*« abgehoben ist. Durch das Neben- und Uebereinanderordnen dieser Muskelkästchen lässt sich sonach der mikroskopische Befund an der Muskelfaser erklären: Die Grundmembranen aller in einem Querschnitt der Faser enthaltenen Muskelkästchen bilden zusammen die »Quermembran«. Als Ausdruck der »Seitenmembranen« erscheint die zarte, zwischen den Muskelprismen wahrnehmbare Längsstreifung der Faser; die Muskelkästchenflüssigkeit repräsentirt, soweit sie beiderseits den Grundmembranen anliegt, die isotropen Querschichten der Faser, soweit sie zwischen »Seitenmembran« und »Muskelprisma« eingeschoben ist, das quere Bindemittel des Sarcous elements nach der älteren Anschauung. Eine Anzahl übereinander gestellter Muskelkästchen bilden die Fibrille, mehrere derselben neben einander gestellt, unter Verschmelzung ihrer Grundmembranen, eine Muskelscheibe.

Fast zu derselben Zeit, als *Krause* seine Untersuchungen mittheilte, hatte *Hensen* die Beobachtung gemacht, dass die *anisotropen* Schichten der Muskelsubstanz der Quere nach von einem schwächer lichtbrechenden Streif durchzogen werden, durch welchen eine jede derselben in zwei übereinander gelegene Hälften zerlegt erscheint. *Hensen* deutete diesen Streif als den Ausdruck einer besonders differenzirten Schichte der Muskelsubstanz, welcher er den Namen »*Mittelscheibe*« beilegte. Dieselben würden also quere Scheidewände

in der Muskelfaser formen, von denen je zwei der Reihe nach: die halbe Höhe einer anisotropen Querschichte, eine ganze isotrope und wieder die Hälfte der nächstfolgenden anisotropen Querschichte zwischen sich fassen. *Hensen* verglich den Aufbau der Muskelfaser mit dem einer Volta'schen Säule, wobei die Filzplatte durch die isotrope Substanz, die Metallplatten durch die beiden Hälften je einer anisotropen Querschichte vertreten sein würden. Die Mittelscheibe wäre als eine in der Zusammensetzung der Volta'schen Säule nicht vorkommende Scheidewand zwischen den Metallplatten eines jeden einzelnen Elementes aufzufassen.

Die Arbeiten der beiden vorgenannten Forscher gaben den Anstoss zu einer lebhaften Controverse, im Laufe welcher sich leider eine ganz ausserordentliche Divergenz in den Anschauungen der vielen daran betheiligten Forscher herausbildete. Es sei hier von denselben nur die Darstellung *Merkel's* erwähnt, welcher, wie es scheint, die thatsächlichen Verhältnisse am treuesten geschildert und am glücklichsten gedeutet hat. Zunächst fand *Merkel*, dass an Stelle der einfachen »Quermembran« *Krause's zwei* ganz nahe an einander gelegene, durch eine äusserst geringe Menge von Kittsubstanz geschiedene Membranen vorhanden sind, welche die Muskelfaser der Quere nach durchziehen; er nannte dieselben »*Endscheiben*«, weil eine jede von ihnen die Grenze eines »*Muskelelementes*« — entsprechend einem *Krause'schen* Muskelkästchen — abgibt. Ein solches einfaches Muskelelement besitzt nach *Merkel* die Form eines Cylinders, dessen Mantel durch die »Seitenmembran«, und dessen Endflächen jederseits durch eine »Endscheibe« gebildet werden. Dieser geschlossene Cylinder ist durch die »Mittelscheibe«, welche mit der Seitenmembran verwachsen ist, in zwei völlig getrennte Fächer getheilt, deren jedes eine festweiche, contractile Substanz nebst einer indifferenten Flüssigkeit enthält. Die Lagerung der contractilen Substanz verändert sich bei der Zusammenziehung der Muskelfaser gegenüber dem Zustand der Ruhe. Im letzteren Falle (Fig. 14 A) liegt die contractile Substanz in beiden Fächern eines Muskelelementes unmittelbar

Fig. 14.



Schematische Darstellung zweier „Muskelelemente", Copie nach Merkel.

A. im Zustande der Ruhe, B. im Zustande der Contraction.
c. contractile — doppeltbrechende — Substanz der Faser, e. Endscheibe, m. Mittelscheibe.

der Mittelscheibe an, die indifferente Flüssigkeit ist in der Gegend der Endscheiben angesammelt. Im Zustande der Contraction haben die Inhaltsmassen des Muskelelementes den Platz gewechselt, indem in beiden Fächern desselben die contractile Substanz an die Endscheibe verrückt ist, die indifferente Flüssigkeit aber beiderseits der Mittelscheibe anlagert (Fig. 14 B). Diese Lageveränderung der Theilchen wird durch ein Zwischenstadium vermittelt, in welchem die Inhaltsmasse des Muskelelementes völlig homogen erscheint, indem die contractile Substanz mit der indifferenten Flüssigkeit innig vermengt ist.

Ueber das Verhalten der Muskelsubstanz gegenüber *chemischen Einflüssen* ist dem bereits Erwähnten noch Folgendes hinzuzufügen: Kaustische Alkalien in verdünntem Zustande zerstören dieselbe sehr rasch und vollständig; in gewissen concentrirteren Lösungen bleibt jedoch die Muskelsubstanz mehr weniger intact, so dass insbesondere eine Kalilauge von 35 % ein geeignetes Isolirungsmittel für Muskelfasern abgibt, in welchem dieselben ziemlich lange erhalten bleiben können. Die Veränderungen, welche die frische Muskelsubstanz durch den Einfluss verdünnter Säuren erleidet, machen sich, abgesehen von der Quellung und Vermehrung der Durchsichtigkeit, insbesondere durch das theilweise Verschwinden der Querstreifung und durch ein deutlicheres Hervortreten der Längsstreifung bemerkbar. Bei etwas längerer oder stärkerer Einwirkung löst sich die Muskelsubstanz vollständig auf.

Die verdünnte Essigsäure, vorsichtig dem Präparate zugesetzt, ist auch das beste Mittel, um die *Muskelkerne* deutlich zu machen. Mitunter schon in ganz frischem Zustande als helle, ovale Stellen zerstreut an den Muskelfasern angedeutet, stellen sie sich nun in Form von gestreckten, ellipsoidischen, von einer Seite her etwas abgeplatteten Körperchen dar, welche 8—13 μ in der Länge und 3 bis 4 μ in der Breite messen und neben mehreren feinen Körnchen ein oder zwei charakteristische Kernkörperchen zeigen. In ihrer nächsten Umgebung ist häufig eine etwas stärkere Anhäufung von interstitiellen Körnern bemerkbar. Alle Kerne sind mit ihrer Längsachse der der Muskelfaser gleichgerichtet und liegen bei dem Menschen und bei den Säugethieren unmittelbar unter dem Sarkolemma, bei Amphibien, Fischen und auch bei den hühnerartigen Vögeln sind sie durch die ganze Dicke der Muskelsubstanz zerstreut. Eine Regelmässigkeit ihrer Anordnung ist in beiden Fällen nicht erkennbar.

Von den übrigen Eigenschaften der Muskelsubtanz ist uns besonders ihre *Contractionsfähigkeit* von grosser Wichtigkeit. Leider sind die dabei stattfindenden histologischen Veränderungen nicht mit hinreichender Sicherheit erforscht, ja man ist nicht einmal darüber einig, ob die Sarcous elements oder die isotrope Zwischensubstanz das eigentlich Contractile seien. Während *Brücke, Engelmann* und Andere die Verkürzung des Muskels einzig und allein auf eine Verkürzung und entsprechende Verbreiterung der Sarcous elements zurückführen, behaupten viele Autoren (*Krause, Merkel* u. s. w.), dass dieselben sich bei dem Contractionsvorgange in ihren Dimensionen gar nicht verändern; dass vielmehr eine eigenthümliche Umordnung der beiden Substanzen (siehe oben) vor sich gehe, welche mit einer Verdünnung, ja selbst mit vollkommenem Verschwinden der isotropen Querstreifen verbunden ist (*Krause*). Es lässt sich bei dem jetzigen Stande der Dinge gar nicht entscheiden, ob die Wahrheit auf einer von den beiden Seiten, oder vielleicht in der Mitte zu suchen sein dürfte.

Das *Sarkolemma**) stellt, wie schon erwähnt, einen in sich geschlossenen Schlauch dar, welcher aus einer elastischen, glashellen, ihrer chemischen Constitution nach noch nicht erforschten, strukturlosen Substanz bestehend, allseitig und innig der contractilen Muskelsubstanz anliegt. Dasselbe kann in überzeugender Weise nur demonstrirt werden, wenn es aus irgend einem Grunde von der Muskelsubstanz abgehoben ist. Am besten und jederzeit gelingt dies, wenn man Muskelfasern vom Frosche oder anderen kaltblütigen Thieren nicht zu lange Zeit nach dem Tode unter Zusatz einer 0·5 % Kochsalzlösung vorsichtig isolirt und das Präparat durch etwa eine halbe Stunde lang vor Verdunstung geschützt stehen lässt. Man sieht während dieser Zeit, wie sich die Substanz des Muskels an den Rissenden allmälig zusammenzieht und verdichtet, was natürlich eine Dehnung derselben im Innern der Faser zur Folge hat. Ist diese Dehnung bis zu einem gewissen Grade gediehen, so sieht man, wie nahe dem Ende der Faser, zuerst gewöhnlich an einer Seite, Einrisse in der Muskelsubstanz entstehen, dann aber plötzlich ein vollständiges Abreissen der äussersten verdichteten Partieen erfolgt, so dass man eine Strecke von 50—80 μ weit den Sarkolemmschlauch vollkommen frei von Muskelsubstanz findet. In

*) ἡ σάρξ das Fleisch und τὸ λέμμα die Rinde, die Hülle.

günstigen Fällen wiederholt sich dieses Abreissen von Stelle zu Stelle, bis man nach Verlauf von etwa einer Stunde den ganzen Inhalt eines Muskelfaserstückes zu mehreren, in einer gewissen Entfernung von einander stehenden Klumpen geballt findet, zwischen denen je der mit klarer Flüssigkeit erfüllte Sarkolemmschlauch hingespannt ist. In anderen Fällen zieht sich bei derselben Behandlung die ganze Muskelsubstanz zu einem verdichteten Strang zusammen, welcher sich an seiner ganzen Peripherie von dem Sarkolemma, welches so ebenfalls deutlich sichtbar wird, abhebt. Der Grund dieser ebenso auffallenden als lehrreichen Erscheinung mag wohl in dem Eintritt der Todtenstarre zu suchen sein (s. Fig. 13 C).

In anderer Weise kann man manchmal durch Zufall zur Ansicht des Sarkolemma's gelangen, wenn beim Zerzupfen die Muskelsubstanz an Stellen einreisst, wo das Sarkolemma erhalten geblieben ist; oder auch bei Zusatz von Wasser, wenn sich durch Imbibition an irgend einer Stelle ein Zwischenraum zwischen Sarkolemma und Muskelsubstanz gebildet hat. Ein gutes Hilfsmittel bietet auch die verdünnte Essigsäure dar; indem das Sarkolemma sich in ihr nicht verändert, die Muskelsubstanz aber unter starker Aufhellung bedeutend quillt, fliesst die letztere an den offenen Rissstellen der Faser aus (siehe Fig. 13 B), der Rand des Sarkolemma tritt jetzt als glänzender Ring am Ende der Faser deutlich hervor. Bei längerer Einwirkung kann sich die Muskelsubstanz immer mehr verflüssigen und sich zum grossen Theile entleeren, wobei auch entlang den Seitenwänden der Faser das Sarkolemma auf lange Strecken hin leicht sichtbar wird.

Die quergestreifte Muskelfaser als Ganzes stellt nun einen langen Cylinder dar, welcher an seinen beiden Enden entweder conisch zugespitzt oder leicht abgerundet erscheint. Der Dickendurchmesser schwankt in beträchtlichen Grenzen, sowohl bei verschiedenen Thierklassen, als auch an einem und demselben Individuum an verschiedenen Stellen. Für den Menschen beträgt er 15 bis zu 50 μ. Die Muskulatur des Gesichtes und der Haut überhaupt enthält meist dünnere Fasern als die des Stammes und der Extremitäten. Uebrigens kommen in einem und demselben Muskel Schwankungen um das Doppelte des Durchmessers zur Beobachtung. Die Länge der quergestreiften Muskelfasern verhält sich so, dass in kurzen Muskeln jede Faser durch die ganze Länge desselben verläuft. In den langen Muskeln jedoch reichen die Fasern nicht immer so weit, als wie die makroskopisch sichtbaren Bündel

derselben; sie sollen niemals die Länge von 4 Ctm. übersteigen. Im Allgemeinen sind die Muskelfasern in ihrem ganzen Verlauf unverzweigt. Jedoch finden sich auch dychotome Verästlungen derselben an der Zunge, an den Augenmuskeln und insbesondere am Herzfleisch, wo ausserdem sehr dichte und zahlreiche, netzartige Verbindungen der Fasern vorkommen.

Die Muskelfasern des *Herzens* zeigen aber auch noch andere, sehr bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten. Ohne auf die verschiedenen Verhältnisse bei den niederen Wirbelthierklassen einzugehen, sei hier nur das Verhalten bei Säugethieren und Menschen berücksichtigt. Bei einer sehr geringen, 20 μ nicht übersteigenden Breite der Faser ist ihre Substanz in der Regel weniger durchsichtig, häufig mit zahlreichen feinsten, reihenartig geordneten Körnchen durchsetzt, die Längsstreifung stark hervortretend. Ein Sarkolemma konnte an ihnen bis jetzt nicht sicher nachgewiesen werden. Die einzelnen Fasern sind verhältnissmässig kurz (60—75 μ), und gewöhnlich nur mit einem einzigen rundlichen oder ovalen Kern versehen, welcher in der Milte ihrer Substanz gelegen ist. Sie besitzen eine grosse Neigung, der Quere und der Länge nach zu zerfallen, so dass man an Zupfpräparaten sowohl vom frischen Herzfleisch, als auch nach Behandeln desselben mit 30—35 % Kalilaugelösung meist nur kleine Fragmente isolirt erhält. Trotzdem kann man bei der letzten Behandlungsmethode an vielen Stellen die Abgrenzung der einzelnen Fasern durch helle, glänzende Querlinien noch deutlich erkennen. Besonders gut gelingt dies nach Imprägnation des Herzfleisches mit salpetersaurem Silberoxyd, wodurch die Grenzlinien schwarz gefärbt werden.

Uebergangsformen von glatten zu quergestreiften Muskelfasern kommen bei Menschen und Säugethieren nicht vor, wohl aber bei den niederen Thierklassen und insbesondere bei Wirbellosen.

Mit einer eigenthümlichen Variation der quergestreiften Muskelfasern hat uns jüngst *Ranvier* näher bekannt gemacht. Es kommen nämlich (wie dies für viele Thiere schon länger bekannt ist), auch beim Kaninchen zweierlei Arten quergestreifter Muskulatur vor, von denen die eine blass und durchscheinend, die andere entschieden roth gefärbt ist. An den hinteren Extremitäten der Kaninchen gehören: der Musculus semitendinosus, der Extensor cruris, der Adductor brevis, der Quadratus femoris und der Soleus zu den rothen, alle übrigen zu den blassen Muskeln. Beide Arten unterscheiden sich nicht nur

in ihrer Reaction auf galvanische Ströme (bei den blassen Muskeln läuft die Contraction viel rascher und energischer ab), sondern auch durch das Aussehen ihrer Fasern unter dem Mikroskope. Es zeigen nemlich nach *Ranvier* die Fasern der rothen Muskeln eine viel weniger regelmässige Anordnung der Querbänder, hingegen eine deutlicher ausgesprochene Längsstreifung als wie die der blassen Muskeln. Die Kerne sind in den Fasern der rothen Muskeln zahlreicher als an den weissen vorhanden.

Die *Verbreitung* der quergestreiften Muskelfasern erstreckt sich auf die eigentliche Skeletmuskulatur des Kopfes, des Stammes und der Extremitäten, auf gewisse Theile der Sinnes-Apparate (Muskeln des Gehörorganes, äussere Augenmuskeln), auf den Anfangstheil des Digestions- und Respirationstractes (Zunge Rachen, ein Theil der Speiseröhre, Kehlkopf) und auf das äussere Genitale. Von dem Gefässsystem besitzt nur das Herz und die grossen Venenstämme quergestreifte Fasern.

Um die Bedeutung der quergestreiften Muskelfasern als elementare Baumittel, und ihre Stellung in der Reihe der verschiedenen Zellenarten richtig zu würdigen, muss die ursprüngliche Entwicklung derselben zu Rathe gezogen werden. Sie entstehen aus Elementen des mittleren Keimblattes und zwar so, dass eine jede Muskelfaser aus einer einzigen rundlichen Zelle hervorgeht, welche spindelförmig auswächst und vorerst nur einen einzigen Kern enthält. Mit der Verlängerung der Zelle geht zugleich eine rasche Vermehrung der Kerne durch fortgesetzte Theilung vor sich. Die charakteristische Differenzirung der Muskelsubstanz und die Sonderung der Sarcous elements ist ein secundärer Vorgang, welcher zuerst in den peripheren Theilen der spindelförmigen Fasern sich bemerkbar macht; eine centrale Axenpartie der Muskelfasern erhält sich im Embryo durch längere Zeit in vollkommen homogenem Zustande. Man kann sich hiervon leicht die Ueberzeugung verschaffen, wenn man an sehr jungen Embryonen, am besten an in Chromsäure erhärteten Froschlarven, Querschnitte durch einen Muskel anfertigt.

Die Zellkerne, bis nun in der Mitte der Muskelsubstanz gelegen, schieben sich allmälig mehr und mehr zur Seite. In ihrer unmittelbaren Umgebung erhält sich eine gewisse Menge des ursprünglichen, formlosen Protoplasma's durch das ganze Leben, so dass die Kerne, weder mit dem Sarkolemma, noch mit der doppelt brechenden Muskelsubstanz in unmittelbarer Berührung sind. Diese so durch die ganze Länge der Muskel-

faser zerstreuten Reste von nicht differenzirtem Protoplasma erscheinen unter ungefähr spindelförmiger Gestalt und stehen durch dünne, fadenartige Ausläufer untereinander in Zusammenhang; in der Mitte der Spindel befindet sich der Kern. — Diese Bildungen sind es, auf welche *M. Schultze* in einem berühmt gewordenen Aufsatze den Namen *„Muskelkörperchen"* übertragen hat, ein Name, welcher vorher meist für die Kerne allein in Gebrauch stand; sie sind es auch, welche die s. g. interstitiellen Körner in sich enthalten, so dass wir nun berechtigt sind, den letzteren dieselbe Bedeutung zuzuschreiben, welche den körnigen Einlagerungen in das Protoplasma überhaupt zukommt. Diese Muskelkörperchen im obigen Sinne erlangen besonders in pathologischen Zuständen (Fettmetamorphose, Entzündung des Muskels) eine grosse Bedeutung; ob es aber zweckmässig oder nothwendig ist, sie als eigenberechtigte Zellenindividuen aufzufassen, wie es *M. Schultze* gethan hat, dürfte noch nicht endgiltig entschieden sein.

Auch über die Bedeutung des Sarkolemma's ist man nicht ganz einig. Während *Kölliker* dasselbe als wahre Zellmembran auffasst, welche zugleich unter Verlängerung der Faser weiter wächst, sind die meisten neueren Autoren geneigt, es als eine secundäre Auflagerung, von der bindegewebigen Umgebung herrührend, zu deuten. Positive Anhaltspunkte liegen jedoch für die letztere Ansicht nicht vor; gegen die erstere kann man nur das als thatsächlichen Einwand vorbringen, dass die embryonalen Anlagen der Muskelfasern eine Zellmembran nicht erkennen lassen und zweifelsohne auch nicht besitzen. Eine spätere Ausbildung einer solchen scheint mir recht wohl im Bereiche der Möglichkeit zu liegen, wie wir dies bei der Fettgewebszelle gesehen haben.

Wenn wir indessen auch die Bedeutung des Sarkolemma vorderhand unentschieden lassen, so ersieht man schon aus den vorstehenden kurzen Andeutungen, dass eine jede Muskelfaser als das Derivat einer einzigen Bildungszelle zu betrachten ist, deren Protoplasma sich zum grössten Theile in eigenthümlicher Weise umgewandelt und deren ursprünglich einfacher Kern sich vervielfältigt hat. Nur die Einzelnfasern der netzförmigen Herzmuskulatur bleiben zumeist einkernig.

7) Die Nervenfasern.

Sie stellen lange, theils sehr einfach, theils complicirter gebaute, Fasern ähnliche Elementartheile dar, als deren Charakteristik im Allgemeinen nur ihr Vorkommen in den verschiedenen Bestandtheilen

des Nervensystems und ihre physiologische Bedeutung als Leitungswege nervöser Erregungsvorgänge angeführt werden kann. Ueber ihre Stellung im morphologischen System ist man noch nicht ganz im Klaren. Während man früher allgemein annahm, dass sie aus einer Verschmelzung reihenartig hintereinander gelagerter Zellen, unter eigenthümlicher Modificirung der Substanz derselben hervorgehen, haben viele neuere Beobachter diese Annahme als einer sicheren Grundlage entbehrend, zurückgewiesen. Doch hat man nichts Positives an die Stelle derselben zu setzen vermocht. Wenn daher auch die Bedeutung der Nervenfasern als Zellencomplex oder Zellenderivat nicht völlig sicher gestellt ist, so wollen wir sie nichts desto weniger an dieser Stelle abhandeln, besonders in Rücksicht auf die weiter unten anzuführenden *Ranvier*'schen Beobachtungen.

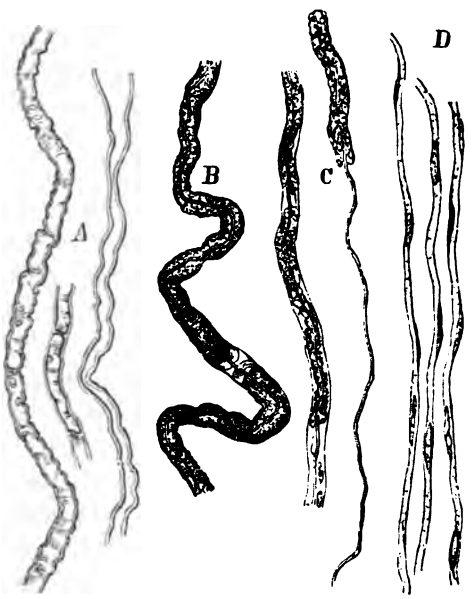
Nach gewissen Verschiedenheiten des Baues muss man mehrere *Formen* von Nervenfasern unterscheiden, welche jedoch nicht einer Abtheilung der sämmtlichen Nervenfasern in bestimmte von einander getrennte Gruppen entsprechen, wie es etwa bei den Muskelfasern der Fall ist. Es kann vielmehr eine und dieselbe Nervenfaser an verschiedenen Stellen ihres Verlaufes einen verschiedenen Bau zeigen und daher an der einen Stelle dieser, an einer andern Stelle einer andern Form angehören; ja es ist dies sogar bei den meisten Nervenfasern thatsächlich der Fall. — In der der Masse nach am meisten verbreiteten Form von Nervenfasern, welche man mit dem Namen der *markhaltigen* bezeichnet, verläuft der ganzen Länge nach ein centraler Faden, welcher an ihnen durch *Purkinje* entdeckt und seither als *Axencylinder* (*Axenfaser*) bekannt ist. Dieser muss nach allem, was wir bisher wissen, als das wesentlichste Substrat der physiologischen Thätigkeit der Nervenfasern aufgefasst werden, und auch morphologisch bildet er, wenn auch nicht immer den hervorragendsten, so doch den constantesten und wesentlichen Bestandtheil derselben. Die verschiedenen Formen der Nervenfasern kommen nur dadurch zu Stande, dass der Axencylinder entweder verschiedene Umhüllungen erhält (Nervenmark und *Schwann'sche* Scheide), oder aber dieser zum Theil oder ganz entbehrt, nackt ist, endlich sich in kleinere Fäserchen (Primitivfibrillen) zerspalten kann.

Von rein morphologischen Gesichtspunkten aus scheint es mir noch immer zweckmässig, an der althergebrachten Eintheilung sämmtlicher Nervenfasern in zwei Hauptformen festzuhalten, trotzdem sie in neuerer Zeit als nicht mehr ganz entsprechend erachtet worden

ist. Wir unterscheiden also zunächst *markhaltige* und *marklose* Nervenfasern.

a) **Die markhaltigen Nervenfasern.** Zerzupft man einen beliebigen Nerven einer Extremität von einem eben getödteten Thiere (am besten vom Frosche) sehr rasch und ohne jede Zusatzflüssigkeit, so erhält man leicht eine grosse Anzahl langer Fasern zur Ansicht,

Fig. 15.



A. Markhaltige Nervenfasern aus dem Schenkelnerven des Frosches, frisch mit 1 Proz. Kochsalzlösung präparirt; breite und schmale Arten.
B. Markhaltige Nervenfasern aus derselben Quelle nach Zusatz von absolutem Alkohol.
C. Zwei markhaltige Fasern aus dem Plexus nerv. sacral. des Menschen, nach mehrtägiger Einwirkung von Müller'scher Flüssigkeit auf denselben. Bei der linken Faser ist am unteren Ende die Schwann'sche Scheide sichtbar, in beiden, sowie in B. der Axencylinder deutlich erkennbar.
D. Marklose (Remak'sche) Nervenfasern aus dem sympat. Grenzstrang des Menschen. (Hartnack, Syst. VIII. Ocul. 2.)

welche sich durch ihr optisches Verhalten bei der mikroskopischen Untersuchung sehr auffällig von allen anderen Baumitteln des Körpers unterscheiden. Sie zeigen sich als vollkommen glatt und eben contourirte, verschieden breite, ganz homogene Streifen oder Bänder, welche einen eigenthümlich matten, fettartigen Glanz besitzen. Lässt man nun, während man solche Fasern fixirt, irgend eine wässerige Flüssigkeit von der Seite her zu dem Präparate zuströmen, so beobachtet

man in dem Momente, als die Flüssigkeit mit der Faser in Berührung tritt, eine auffällige Veränderung ihres Aussehens. Es scheiden sich zuerst in den äussersten Schichten der Faser weiss glänzende Streifen und Tröpfchen ab, welche zum Theil alsbald confluiren, zum Theil aber in den mannigfaltigsten Zeichnungen durch die ganze Dicke der Faser sich ausbreiten; manchmal bewahrt die mittlere Parthie der Faser durch längere Zeit ein mehr homogenes Aussehen. In diesem letzteren Zustande erhält man die Nervenfasern jedesmal, so oft man unter Beihilfe einer sogenannten indifferenten Flüssigkeit oder 0·5 — 1% Chlornatrium-Lösung zerzupft. Sie stellen jene Typen der markhaltigen Nervenfasern dar, welche man als *dunkelrandige, doppelt contourirte* Fasern bezeichnet. Die ganze Erscheinungsweise dieser Fasern rührt von einem Bestandtheile derselben her, dem *Nervenmark*, welches wie eine Hülle (daher auch *Markscheide* genannt) den Axencylinder allseitig umgibt. Im frischen unveränderten Zustande eine vollkommen gleichartige, strukturlose, flüssige Masse, welche wegen ihres bedeutenden Gehaltes an fettartigen Bestandtheilen einen starken Lichtbrechungs-Index besitzt, wird das Nervenmark bei Hinzutritt einer wässerigen Flüssigkeit, sofort von dieser durchdrungen und in verschiedene grössere oder kleinere Partikel zerlegt.

Dieser Vorgang gewöhnlich als Gerinnung des Nervenmarkes bezeichnet, muss vielmehr als eine Art von *Emulsionirung* desselben betrachtet werden, wobei die einzelnen von einander getrennten Tropfen, je nach der Dicke der Nervenfaser und sonstigen Umständen eine verschiedene Gestalt annehmen. An den breiten Nervenfasern legen sich die Marktropfen gewöhnlich flach aneinander und sammeln sich zum grossen Theile an der Peripherie der Faser an, weshalb dieselbe, entsprechend der bedeutenden Verschiedenheit des Lichtbrechungsvermögens der Marktropfen gegenüber dem der wässerigen Zusatzflüssigkeit, von einem breiten, dunkeln Contour begrenzt erscheint. Ausserdem sind im Innern der Faser in regelloser Folge Tröpfchen der verschiedensten Gestalt erkennbar. Dünnere Fasern unterscheiden sich durch einen schwächeren dunklen Contour, und häufig auch dadurch, dass die einzelnen Tröpfchen des Nervenmarkes in spindelförmiger Gestalt, nahe aneinander gereiht, der Nervenfaser auf längere Strecken hin eine flach gekerbte Begrenzung verleihen — eine Erscheinung, welche man auch mit dem Ausdruck Varicositäten der Fasern bezeichnet. An den Rissenden der Nervenfasern sieht man gewöhnlich ein Klümpchen von Markflüssigkeit aus einem oder mehreren Tröpfchen be-

stehend ausgeflossen und zwar mit denselben Charaktêren, welche wir eben an ihnen kennen gelernt haben.

Diese Beschaffenheit der Markscheide erhält sich so lange, bis sie nicht durch chemische Veränderungen ihrer Substanz auch eine Veränderung ihrer optischen Beschaffenheit erleidet. Dieş geschieht zunächst durch alle jene Chemikalien, welche die fettigen Bestandtheile des Markes zu lösen vermögen, als: absoluter Alkohol, Aether, Chloroform, Benzin u. dgl. Es verliert durch deren Einwirkung die Nervenfaser ihre stark lichtbrechenden Eigenschaften, daher auch ihren dunkleren Contour, die Markscheide nimmt eine feinkörnige, mehr weniger durchsichtige Beschaffenheit an (s. Fig. 15 B.). Auch Zusatz von Essigsäure zu frischen Nervenfasern benimmt der Markscheide ihre starke Lichtbrechung; ihre einzelnen Theilchen werden trüb und weniger durchsichtig, oft wie von feinen Körnchen oder Streifen durchsetzt. Aehnlich wirkt Chromsäure und chromsaures Kali, deren längere Einwirkung die Substanz des Nervenmarkes erhärtet und äusserst bröcklig macht. —

Diese und ähnliche Hilfsmittel sind es auch, welche uns gestatten, die übrigen Bestandtheile der Nervenfaser zur Ansicht zu bringen, welche im frischen Zustande durch den Glanz der Markscheide vollkommen verdeckt waren.

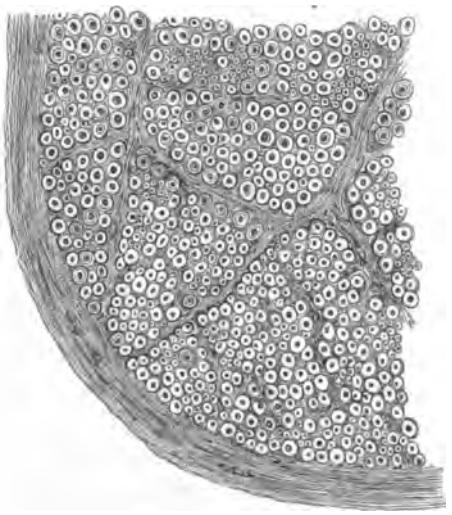
Der *Axencylinder* erscheint (am besten nach Einwirkung von absolutem Alkohol oder Chloroform)*) als ein matt glänzender, heller, gewöhnlich strukturloser Faden, welcher von glatten und ebenen Contouren begrenzt ist, meist in der Mitte der Faser hinzieht, manchmal aber, besonders an Stellen, wo die Faser gekrümmt ist, auch nahe der Peripherie zu liegen kommt. An solchen Objecten scheint der Axencylinder einen ziemlichen Grad von Festigkeit und Starrheit zu besitzen, da er meist geradelinig oder in weiten Bögen verläuft, selten gekrümmt ist und niemals wellen- oder lockenförmige Krümmungen zeigt. Dafür spricht auch der Umstand, dass er häufig unverletzt bleibt, wenn auch die übrigen Bestandtheile der Faser zerrissen worden sind. Es ist dies besonders auffällig, wenn der Nerv vor dem Zerzupfen durch einige Tage in einer dünnen Lösung von chromsaurem Kali gelegen war. Man sieht dann häufig den Axencylinder aus den Rissenden der Nervenfasern hervorstehen (s. Fig. 14 C.), oder kann auch isolirte Axencylinder auf längere Strecken weit verfolgen. Allerdings lässt sich hieraus kein

*) Der grossen Flüchtigkeit dieser Substanzen wegen benützt man wohl mit Vorliebe eine ätherische Lösung von Collodium.

Schluss auf die Consistenz des Axencylinders im lebenden Zustande ziehen.

Ueber die Struktur des Axencylinders sind die Ansichten derzeit getheilt. So viel ist sicher, dass man manchmal, aber gerade nicht in der Mehrzahl der Fälle, mit Hilfe sehr starker und guter Objectivsysteme eine feine Längsstreifung an ihm wahrnehmen kann. Während nun einige Autoren — voran *M. Schultze*, dies als den Ausdruck einer fibrillären Zusammensetzung des Axencylinders betrachten, legen viele Andere kein besonderes Gewicht darauf und glauben vielmehr, dass der Axencylinder ein röhrenförmiges Gebilde sei (seit *Remak*), dessen Wandung mit feinen Riffen versehen ist (daher die Längsstreifung) und dass dessen Inhalt eine homogene, wahrscheinlich flüssige Substanz darstelle. Nach neueren Untersuchungen *Fleischl's* liegen sogar Gründe für die Annahme vor, dass der ganze Axencylinder während des Lebens nichts anderes als eine Flüssigkeitssäule darstelle, welche nach dem Tode durch Gerinnung einzelner ihrer Bestandtheile in verschiedenen Formen erstarren kann. Bei der Feinheit der Strukturverhältnisse wird man darüber wohl noch lange nicht völlig in's Klare kommen. Die zarte Querstreifung des Axencylinders, welche nach Behandlung mit Silbersalpeter stellenweise auftritt (Frommann), ist in ihrer Bedeutung noch unbekannt.

Fig. 16.



Theil eines senkrechten Durchschnittes durch den Nervus medianus des Menschen.
(Hartnack, Syst. VII. Ocul. 2.)

Eine sehr instruktive Ansicht des Axencylinders erhält man an Querschnitten von Nerven, welche man in Chromsäure oder in Ueberosmiumsäure erhärtet hat (s. Fig. 16). Es zeigt sich da der Axencylinder als kreisrunder oder eliptischer Fleck, welcher entweder central oder auch etwas excentrisch in dem einer jeden Nervenfaser

entsprechenden, ringförmigen Durchschnitt eingelagert ist. Man kann hieraus auf die Form des Axencylinders schliessen, welche dem entsprechend bald drehrund, bald etwas abgeplattet ist. Auch die Dicke desselben zeigt sich nicht immer gleich.

Der dritte Bestandtheil der markhaltigen Nervenfasern — die *Schwann'sche Scheide (Primitivscheide, Neurilemma)* ist ein zartes, strukturloses Häutchen, welches die ganze Nervenfaser umgibt und ziemlich zahlreiche längliche Kerne enthält. An frischen Nervenfasern ebenso wenig, als wie der Axencylinder, zu erkennen, lässt sich die *Schwann'sche* Scheide am besten durch Zerzupfen von Chromsäure-Präparaten demonstriren, bei welchen das bröcklig gewordene Mark durch die Rissenden der Fasern ausgefallen und die etwas erhärtete Scheide als leerer Schlauch eine kleine Strecke weit sichtbar bleibt. Auch Essigsäurezusatz zu Zupfpräparaten frischer Nerven bewirkt ab und zu ein streckenweises Abheben der *Schwann'schen* Scheide von dem veränderten Marke, und gestattet mitunter die Erkennung der sonst nur durch Färbemittel (Hämatoxylin) deutlich darzustellenden Kerne.

Die markhaltigen *Nervenfasern als Ganzes* stellen also lange cylindrische Röhren dar, deren Wandung die kernhaltige *Schwann'sche* Scheide bildet, und deren Inhalt aus dem flüssigen, fetthaltigen Marke, und dem central gelegenen Axencylinder besteht. Ihr Durchmesser schwankt in sehr beträchtlichen Grenzen und kann zwischen 1—20 μ (*Kölliker*) betragen. Es scheint im Allgemeinen, dass die dicken Fasern meist motorischer, die dünnen aber sensitiver Natur sind, wenigstens findet man an Nerven, welche vorwiegend in willkürlichen Muskeln sich verbreiten, zumeist breite, in Nerven, welche zu sensiblen Organen sich begeben, zum grössten Theile schmälere Fasern vertreten. Die Nervenfasern verlaufen auf lange Strecken hin ungetheilt und es ist wahrscheinlich, dass in den grösseren Nervenstämmen Theilungen der Fasern überhaupt nicht vorkommen. Solche finden sich aber sehr zahlreich in der Nähe der End-Ausbreitungen der Nerven, wobei die Spaltung sich auf alle Bestandtheile der Faser erstreckt; sie ist meistens dychotomisch, mitunter gehen aber 2—4 und mehr Aeste aus einer Faser auf einmal hervor. An solchen Theilungsstellen sind die Fasern häufig beträchtlich verdünnt.

An vielen Nervenfasern, besonders an solchen, welche einzeln verlaufen, bemerkt man ausserhalb des Neurilemma's noch eine aus

kernhaltigen Zellen zusammengesetzte Hülle bindegewebiger Natur — *das Perineurium (Robin)*.

An diesem Orte ist auch der neueren Untersuchungen *Ranvier's* über den Bau der Nervenfasern zu gedenken. Er lenkte die Aufmerksamkeit auf gewisse Einschnürungen, welche sich an frisch isolirten Nervenfasern von Strecke zu Strecke in ziemlich gleichmässigen Abständen vorfinden (an dünnen Nervenfasern sind diese Abstände kürzer als an dicken). Durch Anwendung verschiedener Methoden (besonders Pikrokarminfärbung) gelang *Ranvier* der Nachweis, dass an diesen Stellen das Nervenmark vollständig unterbrochen ist und die *Schwann'sche* Scheide ringsum bis unmittelbar an den Axencylinder heranreicht, so dass dieser gewissermassen durch eine ringförmige Oeffnung der *Schwannscheide* hindurch läuft; diese Bildung bezeichnet er als *Schnürringe* (anneau constricteur). Gelöste Farbstoffe dringen an diesen Stellen zu dem Axencylinder und färben ihn, zunächst nur im Bereich des Schnürringes, allmälig auch auf kurze Strecken zu beiden Seiten desselben, so dass man deutlich sehen kann, wie der Farbstoff nur auf diesem einen Wege zu dem Axencylinder gelangen kann. Mark und *Schwann'sche* Scheide, namentlich auch die Schnürringe selbst bleiben farblos. *Ranvier* zieht hieraus den Schluss, dass auch die Ernährung des Axencylinders im Leben von diesen Stellen aus erfolgen müsse. Der Theil der Faser, welcher zwischen zwei Einschnürungen zu liegen kommt, besitzt stets nur einen Kern, welcher meist genau die Mitte zwischen denselben einnimmt. An den Nervenfasern junger Thiere konnte *Ranvier* auch noch zwischen dem Nervenmark und der *Schwann'schen* Scheide eine dünne Schichte von Protoplasma nachweisen, welche bis an den Schnürring heranreicht und in welcher der Kern eingelagert ist.

Ranvier glaubt somit den zwischen je zwei Einschnürungen gelegenen Theil der Faser als eine einkernige Zelle auffassen zu können, etwa analog einer Fettzelle, so dass die ganze Nervenfaser als eine Aneinanderreihung von solchen Zellen betrachtet werden müsste, welche an den Einschnürungsstellen mit einander verschmolzen wären. Eine Stütze für diese Annahme findet *Ranvier* darin, dass die zwischen zwei Einschnürungen gelegenen Stücke der Nervenfasern während des Wachsthums sich verlängern, und andererseits darin, dass bei Silberimprägnation sich an der Stelle des Schnürringes eine schwarze Querlinie bildet, so wie an anderen Orten die Kittsubstanz zwischen zwei Zellen

das Silber aufnimmt und reducirt. Ich habe nur noch hinzuzufügen, dass man auch für solche Substanzen, welche bedeutende chemische Veränderungen des Nervenmarkes hervorrufen (Alkohol, Säuren), das raschere Eindringen an den eingeschnürten Stellen constatiren kann, so dass meistens auf eine kurze Strecke diesseits und jenseits des Schnürringes sowohl die *Schwann'sche* Scheide als auch der Axencylinder deutlicher als anderswo hervortritt. (S. Fig. 15 B.) Die Entdeckungen *Ranvier's* sind bereits von vielen Seiten her und in der letzteren Zeit wieder durch *G. Toel* in einer umfassenden Untersuchungsreihe aus *Frey's* Laboratorium vollinhaltlich bestätiget worden.

Die bis nun im Auge behaltene, typische Form der markhaltigen Nervenfasern findet sich hauptsächlich in den Stämmen und Verzweigungen der cerebrospinalen Nerven, deren Fasern entweder ausschliesslich oder doch zum grössten Theile hieher gehören; aber auch im Bereiche des sympathischen Nervensystems kommen sie theils in grösseren Bündeln, theils mehr vereinzelt den marklosen Fasern beigemengt vor. Die markhaltigen Nervenfasern, welche innerhalb des Gehirns und Rückenmarkes verlaufen, zeichnen sich durch den Mangel der *Schwann'schen* Scheide aus, weshalb sie beim Zerzupfen des frischen oder leicht gehärteten Objectes meist in kleinere Stücke zerfallen und ihre Axencylinder gewöhnlich von ihrer Markeinhüllung ganz oder theilweise entblösst, leicht sichtbar werden. Es sind daher auch diese Nervenfasern seit jeher zum Studium des Axencylinders benützt und empfohlen worden.

b) **Die marklosen Nervenfasern.** In den nervösen Centralorganen, in den peripheren Endausbreitungen der motorischen und der sensiblen Nerven, sowie in den verschiedenen Abschnitten des sympathischen Nervensystems finden wir Fasern, welche unzweifelhaft nervöser Natur sind, an denen wir aber mit unseren optischen Hilfsmitteln kein Nervenmark erkennen können, und welche dem entsprechend nicht jenen Glanz und die dunkle oder doppelte Contourirung zeigen; — sie werden aus diesem Grunde wohl auch als *blasse* Nervenfasern bezeichnet. Es gibt deren wieder verschiedene Formen:

Aus dem Grenzstrang und aus den Geflechten des Sympathicus kann man durch Zerzupfung des frischen Objectes leicht dünne, durchscheinende, fast gallertähnlich aussehende Fasern isolirt erhalten,

welche von Stelle zu Stelle einen länglichen, spindelförmigen, bei Essigsäurezusatz granulirten Kern erkennen lassen (s. Fig. 15 D). Es sind dies Nervenfasern, welche aus einem Axencylinder und aus einer diesem eng anliegenden *Schwann'schen* Scheide bestehen; beide sind selten deutlich von einander zu unterscheiden und kann daher meist nur aus der Anwesenheit der charakteristischen Kerne auf das Vorhandensein der letzteren geschlossen werden. Nach ihrem Entdecker werden diese Fasern gewöhnlich *Remak'sche Fasern* genannt. Von ganz ähnlicher Beschaffenheit sind die Fasern aus der Verästlung des Geruchsnerven und vieler cerebrospinaler Nerven an gewissen Stellen ihrer Endausbreitungen. Im embryonalen Zustande gehören sämmtliche Nervenfasern dieser Kategorie an; auch bei den wirbellosen Thieren ist sie die gewöhnliche Form.

Es ist nicht schwer, diese Art der Nervenfasern zu erkennen, wenn sie auf längere Strecken im isolirten Zustande beobachtet werden können; das bereits geschilderte Aussehen, die Anwesenheit vielfacher Kerne und endlich das Verhalten gegen verdünnte Säuren, unter deren Einwirkung sie zwar heller und durchsichtiger werden, aber nicht merklich aufquellen, alles das lässt sie sicher von Bindegewebsfasern unterscheiden, mit denen sie noch am ehesten verwechselt werden könnten. Ebenso leicht ist ihre Diagnose, wenn sie zu grösseren oder kleineren Bündeln vereinigt sind. Sehr schwierig und in vielen Fällen geradezu unmöglich wird es, sie zu erkennen oder zu verfolgen, wenn sie einzeln im Bindegewebe, in Muskeln u. s. w. verlaufen; für solche Fälle ist die von *Kölliker* angegebene Methode der Behandlung mit sehr stark verdünnter Essigsäure*) und die Chlorgold-Impregnation am meisten zu empfehlen.

Eine zweite hieher gehörige Art der Nervenfasern sind die *nackten Axencylinder*. Sie entsprechen in jeder Beziehung der oben gegebenen Beschreibung dieser Gebilde und kommen meist im Gehirn und Rückenmark als directe Ausläufer der Ganglienzellen vor. Sie verlaufen gewöhnlich über längere Strecken ungetheilt fort, können aber, wie es scheint, an gewissen Stellen sich auch dichotomisch verästigen.

Als letzte Form der marklosen Nervenfasern gilt die sogen. *Nervenprimitivfibrille* (*M. Schultze*). Es sind dies ausserordentlich feine, nur mit den stärksten Vergrösserungen wahrnehmbare,

*) Auf 100 CC. Aqu. destillat. 8—16 Tropfen einer Essigsäure von 1·045 specif. Gewicht.

häufig netzartig angeordnete Fäserchen, welche aus der Zertheilung der Axencylinder hervorgehen und in der grauen Substanz des Gehirnes und Rückenmarkes, sowie an der letzten peripheren Ausbreitung der Nerven in grosser Zahl vorkommen. Sie sind fast nur durch gewisse Reagenzien (Chlorgold, Chromsäure) deutlich sichtbar zu machen und zeigen dann meist zahlreiche punktförmige Anschwellungen in ihrem ganzen Verlaufe. Dies, sowie ihre Eigenschaft nach Chlorgoldbehandlung sich schwarz zu färben sind ihre gewöhnlichen Erkennungszeichen. Die völlige Sicherheit, dass man es wirklich mit Nervenfasern zu thun hat, erlangt man aber erst dann, wenn man ihren Zusammenhang mit Ganglienzellen, oder mit markhaltigen Nervenfasern nachzuweisen im Stande ist. Als ein verhältnissmässig leicht zu behandelndes Object kann dem Anfänger die Nervenausbreitung in der Hornhaut (am besten vom Frosch) zur ersten Orientirung empfohlen werden.

Wenn wir zum Schlusse die verschiedenen Formen der Nervenfasern, ihre Erscheinungsweise und ihr Vorkommen überblicken, so ergibt sich, dass im Allgemeinen die gröberen und zugleich complicirter gebauten Formen (die markhaltigen), als eigentliche Leitungsbahnen zwischen den centralen und peripheren Endigungen der Nerven eingeschaltet sind, während wir an den beiden letzten Oertlichkeiten den feinen, einfach gebauten Formen begegnen. Den Uebergang der verschiedenen Faserarten in einander können wir uns vorderhand in folgender Weise versinnlichen: Aus einer Ganglienzelle des Rückenmarkes, oder des Gehirnes tritt ein Fortsatz aus, welcher zunächst als nackter Axencylinder erscheint. Nach kürzerem oder längerem Verlauf erhält er eine Umhüllung von Nervenmark, wird also zur markhaltigen Nervenfaser, zu welcher bei ihrem Austritt aus der Substanz des Centralorganes auch die *Schwann'sche* Scheide hinzutritt. In dieser Form verläuft die Nervenfaser bis an ihre periphere Endverzweigung. Nach mehrfachen Theilungen verliert sie daselbst ihre Markhülle und wird so einer *Remak'schen* Faser ähnlich; alsbald endet auch die *Schwann'sche* Scheide, und der Axencylinder zerfällt entweder plötzlich oder unter fortgesetzter Spaltung in die Primitivfibrillen.

8) Die Ganglienzellen.

Die Ganglienzellen sind Strukturelemente des Nervensystemes, welche einen entschieden zellenartigen Bau zeigen und an gewissen Oertlichkeiten mit den Nervenfasern zusammen vorkommen. Es wäre gewiss logisch richtiger, sie gemeinschaftlich mit den Nervenfasern abzuhandeln, da allenthalben ein unmittelbarer Zusammenhang dieser beiden Strukturelemente besteht, Nervenfaser und Ganglienzelle also ein Continuum bilden; allein ihre scharf ausgeprägte morphologische Erscheinung, ihre Beschränkung auf ganz bestimmte, meist circumscripte Stellen und endlich ihre eigenthümliche physiologische Bedeutung dürfte es wohl rechtfertigen, wenn ihnen, wie dies gewöhnlich geschieht, eine gesonderte Besprechung gewidmet wird.

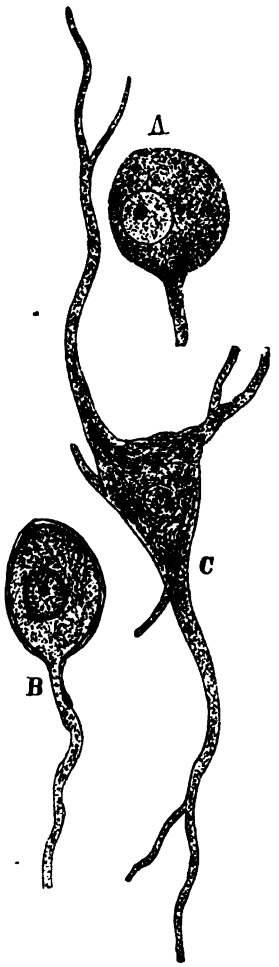
Sie erscheinen als Zellen von der verschiedensten Grösse und von der mannigfaltigsten Form, deren Körper unter Umständen ein körniges oder auch ein entschieden faseriges Aussehen zeigt und in den meisten Fällen einen oder mehrere Fortsätze absendet. Sehr gewöhnlich enthält der Körper der Ganglienzellen ein äusserst feinkörniges, gelbes oder braunes Pigment, welches zu einem Klümpchen geballt, oder auch mehr diffus im Protoplasma vertheilt ist. Auch Fetttropfen verschiedener Grösse kommen nicht selten (besonders im Ganglion *Gasseri* des Frosches) in ihm vor. Der *Zellkern* ist verhältnissmässig gross, scharf contourirt und erscheint wie ein helles durchsichtiges Bläschen, in dessen Inneren ein ziemlich grosser, kreisrunder, mattglänzender Kernkörper eingelagert ist. Die Membran, welche den Kern umgibt, besitzt an ihrer inneren Oberfläche mehrfache knötchenartige Auflagerungen, welche man — ganz ungerechtfertigt — als wandständige Kernkörperchen bezeichnet. Die Kerne ganz junger Ganglienzellen sollen übrigens keine Membran besitzen (*Schwalbe*). Betreffs der Kernkörperchen hat jüngst *Schwalbe* mitgetheilt, dass sie in ganz frischem Zustande nicht glatt und kugelig, sondern meist eckig und mit verschiedenen Fortsätzen versehen getroffen werden, eine Beobachtung, aus welcher er die Befähigung der Nucleolarsubstanz zu activer Bewegung folgert. Eine äussere Umhüllung der Ganglienzellen, welche als wahre Zellmembran aufgefasst werden könnte, scheint durchaus zu fehlen.

In Bezug auf die *Grösse* der Ganglienzellen ist zu bemerken, dass sie mit zu den grössten Zellen des thierischen Körpers zählen, und dass

ihre Dimensionen hauptsächlich nach den verschiedenen Fundorten wechseln. So finden wir beispielsweise für den Menschen die grössten Arten (deren Durchmesser häufig 100 μ noch bedeutend übersteigt), in den vorderen grauen Strängen des Rückenmarkes, in der Rinde des Kleinhirns u. s. w. Andere etwa um 50 μ herum schwankende Ganglienzellen treffen wir in den Spinalganglien, etwas kleinere, 25—40 μ im Durchmesser haltende, in den Ganglien des Sympathicus und in zahlreichen peripheren Nervenausbreitungen, und endlich noch kleinere, 10—20 μ messende, in den hinteren grauen Strängen des Rückenmarkes, und an vielen Stellen des Gross- und Kleinhirns. Nach *Schwalbe's* Untersuchungen sind jugendliche Ganglienzellen — ebenso wie ihre Kerne — ganz beträchtlich kleiner als im bleibenden Zustande, weshalb bei jungen Thieren sehr grosse Differenzen bezüglich der Dimensionen selbst an einer und derselben Stelle gefunden werden. Die *Form* der Ganglienzellen ist häufig eine kugelige oder ellipsoide, manchmal eine pyramiden- oder spindelförmige und in sehr vielen Fällen eine unregelmässig verästigte. Auch für sie ist im Allgemeinen die Oertlichkeit des Vorkommens massgebend, so dass z. B. gewisse Abschnitte des Gehirnes vorwiegend pyramidale, der Sympathicus und die Spinalganglien vorwiegend rundliche, die grauen Vorderstränge des Rückenmarkes zumeist verästigte Ganglienzellen besitzen.

Die *Fortsätze* der Ganglienzellen haben zum grössten Theile die Bedeutung von Nervenfasern, bilden gewissermassen die Ursprungsstellen derselben, zum Theil aber

Fig. 17.



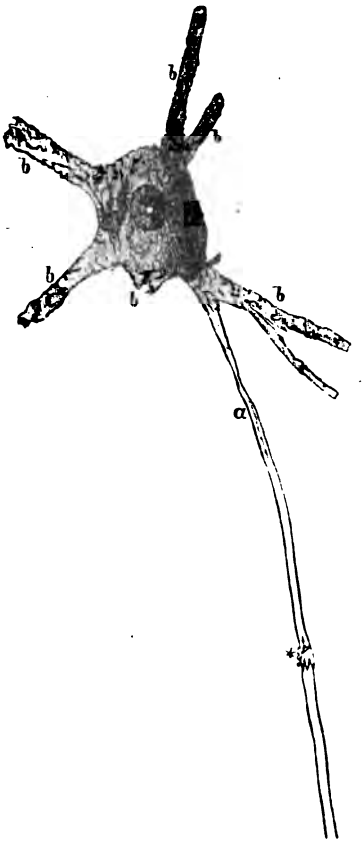
A. Hüllenlose Ganglienzelle aus dem Ganglion Gasseri des Frosches mit einem kurzen Fortsatze (frisch mit 1 Proz. Kochsalzlösung.)

B. Ganglienzelle mit Fortsatz und kernhaltiger Hülle aus dem sympat. Grenzstrang des Frosches (der Kern zeigt deutlich den sog. Eimer'schen Körnchenkreis).

C. Multipolare Ganglienzelle aus dem Vorderhorn des menschlichen Rückenmarkes. Nach 14tägigem Liegen desselben in Müller'scher Flüssigkeit durch Zerzupfen isolirt. (A und B mit Hartnack, Syst. VIII. Ocul. 2, C mit Syst. V. Ocul. 2.)

dienen sie zur Verbindung mehrerer Ganglienzellen untereinander. Je nach der Anzahl der von einer Ganglienzelle ausgehenden Fortsätze bezeichnet man sie als *unipolare, bipolare* und *multipolare* (ein-, zwei-, vielstrahlige) Ganglienzellen; auch *apolare*, d. h. solche, welche gar keine Fortsätze besitzen, hat man unterschieden. Es ist jedoch Grund zu der Annahme vorhanden, dass die letzteren nicht so häufig sind, als sie dem Untersuchenden sich scheinbar zeigen, da es sehr leicht möglich ist, dass ihre Fortsätze aus verschiedenen Gründen der Beobachtung sich entziehen, oder aber bei den Isolirungsversuchen abgerissen worden sind. Man hat sie auch als Jugendformen bezeichnet. Aus gleichen Gründen ist übrigens das Vorkommen von unipolaren Zellen in Abrede gestellt worden.

Fig. 18.



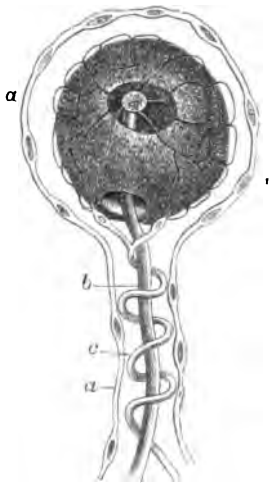
Grosse multipolare Ganglienzelle aus dem Rückenmark des Ochsen. a. Axencylinderfortsatz, deutlich von den Protoplasmafortsätzen (b) im Aussehen verschieden. An demselben ist an einer beschränkten Stelle (bei *) die Anlagerung von Nervenmark sichtbar.

(Nach einer von Prof. Gerlach angefertigten und mir gütigst zur Verfügung gestellten Photographie copirt).

Die einzelnen Fortsätze der Ganglienzellen sind entweder von homogenem oder feingestreiftem Aussehen und lassen sich auf lange Strecken hin ungetheilt verfolgen, oder sie sind von feineren oder gröberen Körnchen durchsetzt und mehrfach verästigt. Die ersteren hat man gewöhnlich als *Axencylinderfortsätze* beschrieben; von ihnen ist nachgewiesen, dass sie nach kürzerem oder längerem Verlaufe eine Markumhüllung erlangen und so zu wahren markhaltigen Fasern werden können. Die letzteren, als *Protoplasmafortsätze* (*verästigte Fortsätze M. Schultze*) bekannt, gehen höchstwahrscheinlich zum grössten Theil in äusserst feine und dichte Netze von Primitivfibrillen über, aus welchen sich dann erst stärkere Nervenfasern herausbilden, welche in weiterer

Folge markhaltig werden können (*Gerlach, Roll*). An gewissen Ganglienzellen (besonders aus dem Sympathicus des Frosches) tritt ein Ausläufer in Form der sogenannten *„umspinnenden Faser“* auf. Es ist dies ein äusserst feines blasses Fädchen, welches einen stärkeren Fortsatz derselben Ganglienzelle in engen spiraligen Windungen umzieht, so dass beide eine Strecke weit mit einander verlaufen; bald aber trennen sie sich und jeder für sich geht in eine markhaltige Faser über. Es ist also die umspinnende Faser ein Ausläufer der Ganglienzelle, welcher sich nur durch seinen besonderen Verlauf auszeichnet. (Fig. 19.)

Fig. 19.



Ganglienzelle aus dem sympathischen Nervensystem mit Spiralfaser (c), welche mit zahlreichen feinsten Fädchen aus dem Kernkörperchen zu entspringen scheint. a. Schwann'sche Scheide, b. gerader Fortsatz der Zelle. (Nach Arnlod.)

Man hat mehrfach die Behauptung aufgestellt, dass die Fortsätze der Ganglienzellen und insbesondere die umspinnenden Fasern aus dem Kern, ja selbst aus dem Kernkörperchen ihren Ursprung nehmen, oder wenigstens mit diesen Gebilden in direktem Zusammenhang stehen. Der Beweis dafür dürfte indess schwer mit befriedigender Sicherheit erbracht werden können. Es ist vielmehr in den meisten Fällen ganz evident, dass sie aus der Substanz des Zellkörpers hervorgehen.

Ueber das Verhältniss der Fortsätze zu der Zellsubstanz ist man noch getheilter Meinung. Die meisten neueren Autoren neigen sich indessen der, vorzüglich durch *M. Schultze* eingeführten Anschauung zu, dass die Primitivfibrillen, welche in den einzelnen Fortsätzen der Ganglienzellen enthalten sind, die feinkörnige Substanz der letzteren durchsetzen, um in einen anderen Fortsatz einzutreten, so dass in den Ganglienzellen gewissermassen eine »Umlagerung« der Fibrillen vor sich gehen würde. Diese Anschauung findet ihre vorzüglichste Stütze in der sehr häufig zu beobachtenden streifigen Struktur gewisser Ganglienzellen und hat das Vorhandensein eines fibrillären Baues der Axencylinder zur nothwendigen Voraussetzung. Bei Fischen findet man dieses Verhältniss in sehr exquisiter Weise, so dass *M. Schultze* von gewissen bipolaren Ganglienzellen derselben, deren Fortsätze in diametraler

Richtung hervorgehen, geradezu aussagt, sie seien nichts anderes als kernhaltige Anschwellungen der Axencylinder. Für Säugethiere und Menschen ist dieser streifige Bau nur an den grossen vielstrahligen Ganglienzellen deutlich erkennbar; an diesen hat der obengenannte Forscher sogar auch eine fibrilläre Textur der Protoplasmafortsätze nachgewiesen. Die übrigen Arten der Ganglienzellen besitzen im frischen Zustande ein sehr blasses, fast homogenes Aussehen und erlangen durch die Einwirkung verschiedener Erhärtungsmittel eine feinkörnige Trübung ohne Andeutung von Streifen oder Fibrillen.

Es wurde schon erwähnt, dass eine wahre Zellmembran bei den Ganglienzellen nicht vorkomme. Allerdings findet sich an vielen, ganz constant an den Zellen der sympathischen und der Spinalganglien eine selbstständige Umhüllung, welche als direkte Fortsetzung der *Schwann'schen* Scheide jener Nervenfasern zu betrachten ist, welche mit den Zellen in Verbindung treten. Sie zeigt mitunter eine beträchtliche Dicke, wohl auch eine leichte concentrische Streifung und lässt nach Essigsäure-Zusatz eine grössere Anzahl von linsenförmigen Kernen erkennen. Sie besteht aus einer Anzahl platter, innig an einander gelagerter Bindesubstanzzellen, welche sowohl durch Isolirung (*Valentin*, *Kölliker*), als auch durch Silber-Impregnation (*Eberth*) dargestellt werden konnten.

B. Von den Intercellularsubstanzen.

Nachdem der vorhergegangene Abschnitt jenen Baumitteln des Thierkörpers gewidmet war, welche entweder wahre Zellen sind, oder aber aus solchen hervorgegangen, den zelligen Charakter in irgend einer Art nachweisbar erhalten haben, gelangen wir nun zu der Erörterung einer anderen Reihe von Baumitteln, welche zwischen den ersteren eingelagert, unter dem Namen der *Intercellular-* oder *Zwischensubstanzen* zusammengefasst werden. Es muss schon voraus bemerkt werden, dass man unter dieser Bezeichnung im weitesten Sinne ganz mit Recht auch die wässerig-flüssigen Körperbestandtheile begreift, so weit sie nicht zu den Se- oder Excreten gehören. Dieselben können natürlich nicht als Baumittel fungiren und auch nicht als solche Gegenstand mikroskopischer Beobachtung

werden; sie kommen aber insoweit in Betracht, als sie durch ihre Anwesenheit und durch ihre Menge einen Einfluss auf die Lagerungsverhältnisse und die Formationen der umgebenden Theile zu nehmen im Stande sind. Auch kommt es vor, dass sich in ihnen nach dem Tode, sei es spontan, sei es unter dem Einfluss verschiedener Reagentien, feinkörnige oder faserige Niederschläge bilden, welche, aus Eiweiss oder Fibrin bestehend, uns gelegentlich bei der mikroskopischen Beobachtung begegnen.

Die Intercellularsubstanzen im *engeren* Sinne, welche in der That als Baumittel fungiren, erscheinen unter den mannigfachsten Formen und kommen in verschiedenartiger Weise zur Verwendung. Wenn wir, was uns vorderhand am zweckmässigsten scheint, die letztere zur Grundlage einer Classification benützen, so können wir alle Intercellular-Substanzen in drei Gruppen scheiden.

a) **Die erste Gruppe,** welche seit jeher gewissermassen als Typus der Intercellularsubstanzen betrachtet worden ist, umfasst eine Reihe von Stoffen, welche theils formlos, theils mit specifischer Gestaltung versehen, insgesammt in den verschiedenen Arten der Bindesubstanzgewebe vorkommen, und fast durchgehends den grössten Theil derselben ausmachen. Sie erlangen eine grosse Bedeutung dadurch, dass sie jenen Geweben Form und Gestalt verleihen, dass sie es sind, deren Eigenschaften und Fügung diese Gewebe zu den ihnen eigenthümlichen mechanischen Verrichtungen im Körper befähigen. Man nennt sie daher wohl auch *Grundsubstanzen.*

Die zunächst in Betracht kommenden physikalischen Charaktere der Bindesubstanzgewebe: die Festigkeit, Härte, Dehnbarkeit, Elasticität und die Durchsichtigkeit sind zum Theil der unmittelbare Ausfluss der specifischen Eigenschaften der in ihnen enthaltenen Zwischensubstanzen (Gallertgewebe, hyaliner Knorpel), zum Theil sind sie zugleich abhängig von einer gewissen Textur und Anordnung der letzteren (die verschiedenen bindegewebigen Bildungen, Knochen), und endlich auch begründet in dem Ineinandergreifen und der innigen Verwebung verschiedenartiger Formen von Zwischensubstanzen (z. B. Einlagerung von elastischem Gewebe in Bindegewebe und Knorpel).

Wir unterscheiden in dieser Gruppe zunächst:

α) die *gallertartige* Zwischensubstanz, eine homogene, zähe, dickflüssige, farblose und durchsichtige Masse, welche bei Wirbelthieren besonders in der Fötalperiode (typisch im Nabelstrang junger Embryonen) vertreten ist, im ausgebildeten Zustande derselben dem

Glaskörper zukommt. Bei wirbellosen Thieren besitzt sie eine sehr weite Verbreitung. Sie ist sehr reich an Wasser, und enthält ausserdem Eiweiss und Schleimstoff im gelösten Zustande.

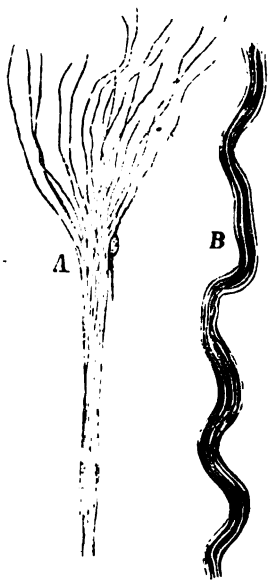
β) Als eine zweite Art ist die Substanz des *hyalinen Knorpels* zu erwähnen. Sie ist ebenfalls strukturlos, in dünneren Schichten fast vollkommen durchsichtig und farblos, in dickeren Schichten durchscheinend, bläulich-weiss gefärbt, und zeichnet sich durch einen hohen Grad von Festigkeit und Elasticität aus; sie ist dabei wenig dehnbar, jedoch ziemlich biegsam. Diese Eigenschaften verdankt die Substanz des hyalinen Knorpels ihrem Gehalt an leimgebendem Stoff (Chondrigen). Sie können aber modificirt werden, sei es durch secundäre Metamorphosen der Substanz, sei es durch einen grösseren oder geringeren Gehalt an Wasser oder an erdigen Salzen. Wir finden daher häufig an einem und demselben Körper etwas differente physikalische Eigenschaften der verschiedenen Knorpel, noch viel mehr aber, wenn wir verschiedene Altersstufen des Individuums berücksichtigen.

Bezüglich der Einwirkung chemischer Agentien ist zu erwähnen, dass diese Substanz durch schwächere Säuren und Alkalien nur sehr langsam angegriffen, durch längere Einwirkung concentrirter Salzsäure vollständig gelöst wird. Nach mehrstündigem Kochen in Wasser oder in verdünnten Säuren löst sie sich unter Bildung von Knorpelleim ebenfalls vollkommen auf. Nach den Erfahrungen *Tillmanns'* kann die frische, normale Knorpelsubstanz durch übermangansaures Kali oder 10% Kochsalzlösung in Fasern und Faserbündel zerklüftet werden. In Bezug auf die histologische Untersuchung ist nicht unwichtig zu wissen, dass sie sich durch Carmin sehr wenig, wohl aber durch Hämatoxylin schön blau färben lässt.

γ) Drittens zählen wir hieher die *leimgebende Substanz des eigentlichen Bindegewebes.* Sie ist in ihrer typischen Erscheinung von deutlich faserigem Bau, ihr Formelement stellt ein fast unmessbar dünnes Fädchen, *die Bindegewebsfibrille* (Fig. 20 A) dar, deren mehrere gewöhnlich zu einem dickeren oder dünneren, drehrunden oder abgeplatteten Bündel zusammengekittet sind. Diese Fibrillenbündel (B) sind ausgezeichnet durch eine, den Einzelnfibrillen entsprechende, der Länge nach gehende, bald mehr bald weniger hervortretende Streifung, durch blasse, aber scharfe und glatte Seitencontouren und durch ihre Neigung, einen korkzieherähnlichen, lockigen Verlauf anzunehmen, sobald sie aus ihrer natürlichen Verbindung gelöst, oder überhaupt einer Spannung nicht unterworfen sind. Sie sind dabei äusserst

weich und biegsam, doch, wie es scheint, für sich der Länge nach wenig dehnbar. Im polarisirten Lichte erweisen sie sich doppeltbrechend, positiv einaxig — die Achse nach der Länge der Fibrillen gerichtet. Bei Zusatz von Wasser quellen sie erst nach längerer Zeit und nicht sehr stark auf, verlieren jedoch viel von ihrer früheren Durchsichtigkeit. Durch verschiedene Reagentien (Kalk- oder Barytwasser, 10 % Kochsalzlösung) wird die Kittmasse der Bündel zerstört und es lassen sich dann leicht die einzelnen Fibrillen darstellen.

Fig. 20.



A. Bindegewebsbündel aus einer Muskelsehne eines halbjährigen Kindes, nach Oben zu in die Fibrillen aufgelöst; an der rechten Seite eine spindelförmige Bindesubstanzzelle.
B. Bindegewebsbündel aus dem subcutanen Bindegewebe des erwachsenen Menschen. (Beide frisch mit 1 Proz. Kochsalzlösung präparirt.) (Hartnack, Syst. VIII. Ocul. 2.)

Höchst eigenthümlich ist das Verhalten der Bindegewebsbündel zu stark verdünnten Säuren. Die erste Veränderung bei Zusatz von verdünnter Essigsäure besteht darin, dass sie sich gerade strecken und bedeutend verkürzen, während sie nach der Breite zunächst ein wenig zunehmen. Zugleich bemerkt man, dass die einzelnen, das Bündel zusammensetzenden Fibrillen, welche früher parallel mit den äusseren Contouren des Bündels verliefen, nun stark wellig geschlän-

gelt sind, ähnlich wie häufig die Nervenfaserbündel im Nerven erscheinen. In Folge dieses Umstandes tritt eine scheinbare, mitunter höchst auffallende Querstreifung der Bündel hervor. Dieses Stadium der Säurewirkung ist rasch vorübergehend, überhaupt nur bei vorsichtigem Zusetzen sehr schwacher Säuren bemerkbar. Bald verbreitert sich das Bündel sehr erheblich, blasst stark ab, und erhält eine ganz homogene Beschaffenheit. Wenn man nach kurzer Dauer der Einwirkung die Essigsäure durch Kochsalzlösung verdrängt, kann man das frühere Aussehen der Bindegewebsbündel wieder herstellen. Gewisse Modificationen in diesen Quellungserscheinungen sollen weiter unten Erwähnung finden.

Durch alkalische Flüssigkeiten werden die Bindegewebsbündel unter vorhergehender Quellung bald vollständig aufgelöst. Ebenso lösen sie sich durch Kochen mit Wasser oder verdünnten Säuren unter Entstehung von Leim (Glutin) auf. Dieser unterscheidet sich von dem aus der Knorpelsubstanz gewonnenen Chondrin unter Anderem dadurch, dass von Säuren nur die Gerbsäure ihn aus seinen Lösungen auszufällen vermag, während das Chondrin durch die meisten Säuren fällbar, im Ueberschuss jedoch wieder löslich ist. Erwähnung verdient, dass die Bindegewebssubstanz der Hornhaut insofern eine Ausnahme von allen übrigen bildet, als sie beim Kochen nicht Glutin, sondern wie die Knorpelsubstanz Chondrin gibt.

Ist nur die elementare Formation des leimgebenden Bindegewebes, die Fibrille und das Fibrillenbündel fast allerwärts von derselben Beschaffenheit, so sind doch die Gewebe, welche durch sie zusammengesetzt werden, mit verschiedenen physikalischen Charakteren ausgestattet; man betrachte eine Fascie oder Aponeurose gegenüber dem lockeren subcutanen Bindegewebe. Solche Differenzen sind wesentlich begründet in der relativen Menge der zu dem Aufbau eines Gewebes verwendeten Bündel und in der verschiedenartigen Anordnung derselben. Um sich darüber eine zutreffende Vorstellung zu machen, vergleiche man nur, wie ein Weber aus einem und demselben Faden bald ein weiches, dehnbares Netz, bald ein festes Tuch oder einen derben, unnachgiebigen Strang zu gestalten vermag.

Von der eben besprochenen typischen Gestaltung der leimgebenden Bindegewebssubstanz zur Fibrille gibt es jedoch einzelne Ausnahmen, insofern, als man in gewissen zarten Bindegewebshäutchen (Adventitia der kleinsten Arterien, zum Theil im intermuskulären Bindegewebe) solche nicht mehr oder nur sehr spärlich nachzuweisen

vermag. Allerdings ist auch nicht ganz sichergestellt, dass diese Häutchen wirklich leimgebender Natur sind.

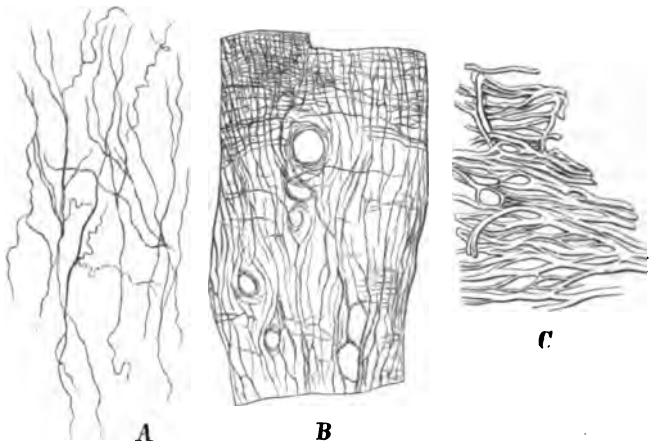
δ) Als vierte Form innerhalb der uns beschäftigenden Gruppe der Zwischensubstanzen nennen wir die sogenannte *elastische Substanz*. Sie trägt ihren Namen von einer ihrer hervorragendsten Eigenschaften, welche darin besteht, dass sie mit einer grossen Festigkeit einen hohen Grad von Elasticität und Federkraft vereint. Sie kommt in verschiedenen Gestaltungen vor, das einemal als lange, breitere oder schmälere drehrunde Faser, welche sich ab und zu zerspaltet, das anderemal in Form von engen oder weiten Fasernetzen, häufig auch als dünne, von mehrfachen Oeffnungen durchbrochene Platte.

Die elastische Faser zeigt sich unter dem Mikroskope völlig homogen, von scharfen Contouren begrenzt, stark lichtbrechend, daher bei einer bestimmten Einstellung der Mikroskopröhre dunkel, bei einer anderen hellglänzend. Sie verlaufen häufig über lange Strecken gerade oder in weitem Bogen, können aber ein anderesmal in zahlreiche scharfe Biegungen gelegt erscheinen; namentlich an ihren Rissenden sind sie gewöhnlich spiralig eingerollt. Verästigungen solcher Fasern gehören zur Regel.

Die *elastischen Netze* kann man als feinere und gröbere unterscheiden. Die ersteren sind das einemal sehr dicht und engmaschig, in welchem Falle sie dem Gewebstheile, in welchem sie vorkommen, eine derbe Consistenz und ein undurchsichtiges, leicht gelblich gefärbtes Aussehen verschaffen (z. B. Netzknorpel, grosse Arterienhäute u. s. w.). In anderen Fällen umspinnen sie in weiten Maschen irgend eine Bindegewebs- oder Muskellage und treten dann nicht so auffallend in die Erscheinung (Fig. 21 A). Die gröberen elastischen Netze bestehen aus starken flachen Fasern, welche an den Verästigungsstellen häufig eine erhebliche Verbreiterung erkennen lassen und verhältnissmässig kleine rundliche Lücken begrenzen (Fig. 21 C). In exquisiten Fällen stellen sie einen deutlichen Uebergang zu *elastischen Platten* dar. Diese letzteren gehen wahrscheinlich alle aus elastischen Netzen hervor durch allmälige Verbreiterung und Verschmelzung der Fasern. Sie sind stets sehr dünn und durchsichtig, theils von homogenem, theils von leicht streifigem Aussehen (Fig. 21 B), manchmal wie durch aufgelagerte Fasern oder Netze deutlich gerippt. Sie besitzen im isolirten Zustande meist sehr scharfe Contouren, sind niemals von rundlicher, sondern stets von eckiger Form, häufig mit den Rändern umgeschlagen oder eingerollt. Fast constant sieht man in

ihnen einzelne, oder auch sehr zahlreiche grössere oder kleinere, runde, sehr scharfrandige Löcher — ein Befund, welcher zu ihrer Bezeichnung als *gefensterte Häute* (*Membranae fenestratae*) Veranlassung geboten hat. — In Bezug auf die chemischen Eigenschaften ist die elastische Substanz in allen ihren Formen durch eine sehr grosse Resistenz gegen Alkalien und Säuren ausgezeichnet, welche bei gewöhnlicher Temperatur selbst nach langdauernder Einwirkung keine nennenswerthen Veränderungen derselben bewirken. Diese Eigenschaft wird bei der mikroskopischen Untersuchung häufig aus-

Fig. 21.



Isolirte Formen der elastischen Substanz.

A. Feines Netzwerk aus der mittleren Haut der Arteria radial. des Menschen. B. Elastische Platte aus der mittleren Haut der Arteria subclavia des Menschen. C. Grobes Netzwerk aus der Grenzschichte zwischen mittlerer und äusserer Haut der Arteria cruralis des Menschen. (Hartnack, Syst. VIII. Ocul. 2.)

genützt, weil sie an sich ein gutes Kriterium für die elastische Substanz abgibt, andererseits aber, weil die Formen der letzteren nach Zerstörung oder starker Aufquellung aller übrigen Gewebstheile in Folge der Einwirkung der genannten Agentien sehr deutlich hervortreten. Nach längerem Kochen mit mittelstarker Kalilauge geht die elastische Substanz allmälig in einen zähflüssigen Körper über; in kochender concentrirter Kalilauge löst sie sich vollständig auf. Durch Kochen im Papinianischen Topf kann sie in eine leimartige, jedoch nicht erstarrende Masse übergeführt werden.

ε) Zum Schlusse gehört noch hierher die *Zwischensubstanz der Knochen*. Sie ist von allen anderen Zwischensubstanzen durch eine

...keit ausgezeichnet, mit welcher sie jedoch ... von Elasticität vereinigt. Sie verdankt diese ...mengung einer beträchtlichen Menge von erdigen ...ganischen Grundlage.

... man einen Knochen mit starker Salzsäure, so wird er ...iger Einwirkung weich, biegsam und leicht schneidbar. Die ...stanz hat dabei ihren Gehalt an Kalksalzen verloren, ihre ... ihren Bau jedoch bis in die kleinsten Details bewahrt. Die auf ...Weise für sich erhaltene organische Grundlage des Knochens wird ..., obwohl keineswegs zutreffend, als *Knochenknorpel* bezeichnet. ... scheint ihrer chemischen Constitution nach mit der leimgebenden Substanz des Bindegewebes übereinzustimmen. Setzt man einen Knochen durch längere Zeit der Glühhitze aus, so verkohlt und verbrennt seine organische Grundlage vollkommen, es bleibt der sogen. *calcinirte Knochen* zurück. Auch dieser hat den Bau und die ursprünglichen Dimensionen des Knochens im Wesentlichen erhalten, er ist aber sehr leicht, spröde und brüchig geworden. Aus dem Umstande, dass sowohl der anorganische, als der organische Theil der Knochensubstanz, jeder für sich, die Eigenthümlichkeiten der Form und der Textur des Knochens behält, muss man auf eine sehr innige Vermengung beider schliessen. Unter den anorganischen Bestandtheilen der Knochensubstanz ist vorwiegend basisch phosphorsaurer und kohlensaurer Kalk neben phosphorsaurer Magnesia und Fluorcalcium vertreten.

Die Zwischensubstanz des Knochens ist von homogener oder seltener von äusserst feinkörniger Beschaffenheit und gewöhnlich zu Blättern oder Lamellen geformt, welche indessen durchwegs innig mit einander zusammenhängen; nur am entkalkten Knochen kann man während gewisser Stadien der Säurewirkung die einzelnen Blätter für sich abspalten. Die Anordnung der einzelnen Lamellen ist von den verschiedensten Verhältnissen abhängig und wird an anderer Stelle erörtert werden.

Im polarisirten Lichte zeigt sich die Grundsubstanz des Knochens doppeltbrechend, positiv einaxig (*W. Müller*, *v. Ebner*).

Mit der Knochensubstanz steht die harte Masse des *Zahnbeines* (*Dentin*) in sehr naher Verwandtschaft; sie unterscheidet sich durch grössere Härte und Sprödigkeit, sowie durch eine abweichende Anordnung ihrer Theilchen. Auch aus der Dentinsubstanz lässt sich der sogen. Zahnknorpel erhalten.

b) **Eine zweite Gruppe** von Zwischensubstanzen stellen die sogen. *Kittsubstanzen* dar. Sie bestehen, so viel wir wissen, aus einer struktur- und formlosen Masse, welche immer nur in sehr geringen Mengen zwischen nahe an einander gelagerten Zellen eingeschoben ist und gewissermassen ein Bindemittel für dieselben abgibt, wie der Mörtel zwischen den Ziegelsteinen. Sie bedingen daher zwar den innigen Zusammenhang, die Cohärenz der zelligen Elemente unter einander, nehmen aber auf die äussere Erscheinung der Gewebe und auf die physiologische Dignität derselben nur einen untergeordneten Einfluss. Die Kittsubstanzen betheiligen sich hauptsächlich bei dem Aufbau der Epithelien, Drüsen, Endothelien, der glatten Muskulatur u. s. w., und können in eminenter Weise durch Behandlung dieser Gewebe durch salpetersaures Silberoxyd zur Anschauung gebracht werden, da sie mehr als alle anderen Körperbestandtheile die Fähigkeit besitzen, dieses Reagens an sich zu binden, daraus das metallische Silber auszufällen und sich dadurch schwarz zu färben.

c) **Als dritte Gruppe** von Zwischensubstanzen stellen wir eine Reihe von hautartigen Bildungen zusammen, welche meist zu einer ganzen Summe von zelligen Elementen in gemeinsamer Beziehung stehen. Sie stellen zum grössten Theile Grenzhäute dar, welche entweder zwischen zwei verschiedenen Gewebsformen, namentlich epithelialen und bindegewebigen eingeschaltet sind, oder die freien Oberflächen gewisser Zellenlagen bekleiden. Ueber ihre chemische Zusammensetzung ist ebenso wenig, als für die Kittsubstanzen, etwas sicheres bekannt.

Als Glieder dieser Gruppe sind zu nennen: die *Grundmembranen* (*Basement membrane, Bowman*) der Epithelien, *die Membranae propriae* der Drüsen und die *Glashäute* (Linsenkapsel, Descemet'sche Haut). Auch die sogen. *Cuticularbildungen* sind hier zu besprechen.

Unter der Bezeichnung *Grundmembran* versteht man ein homogenes durchsichtiges Häutchen, welches an gewissen Bezirken der äusseren Haut und der Schleimhäute zwischen dem bindegewebigen und dem epithelialen Stratum eingelagert ist, und an Querdurchschnitten als eine helle Grenzlinie zwischen beiden erscheint. Sie werden derzeit fast allgemein nicht als selbstständige Bildungen, sondern als eine Modification und Verdichtung der obersten Schichte der bindegewebigen Grundlage aufgefasst. An manchen Stellen, an denen sie beschrieben werden, lassen sie sich jedoch in der That

isolirt darstellen, insbesondere durch Einwirkung von dünnen Natronlösungen (z. B. an den Haarbälgen). An anderen Stellen erscheint auf Querdurchschnitten zwar ein schmälerer oder breiterer heller Streif zwischen Bindegewebe und Epithel, es gelingt aber nicht, dem entsprechend eine selbstständige Membran isolirt zur Ansicht zu bringen (z. B. die sogen. Lamina elastica anterior der Hornhaut).

Die *Membranae propriae* der Drüsen sind zarte, strukturlose Häutchen, welche die äussere Oberfläche der primären Drüsenformationen einhüllen und je nach der Gestalt derselben entweder als homogene Schläuche oder aber als flaschenförmig ausgezogene Bläschen erscheinen. Sie sind sehr leicht an Zupfpräparaten für sich darzustellen und wurden früher als Ausscheidungen der Drüsenzellen und als zu diesen gehörig betrachtet. Man ist jedoch jetzt mehr geneigt, für sie eine ähnliche Entstehung anzunehmen, wie für die Grundmembranen der Epithelien, mit welchen sie auch (z. B. an der Darmschleimhaut) in unmittelbarer Continuität stehen können.

Unter dem Ausdruck *Cuticularbildungen* fasst man eine ganze Reihe von hautartigen Gebilden zusammen, als deren gemeinschaftliches Kriterium angegeben wird *(Kölliker)*, dass sie durch Ausscheidung einer zähflüssigen, aber sehr bald erhärtenden Substanz an gewissen Oberflächen von Zellen gebildet werden. Da sich indessen die Entstehungsweise solcher Gebilde nur schwer feststellen lässt, so ist auch bis nun kein Einverständniss darüber erzielt worden, was alles dazu zu zählen sei. Für die höheren Thierklassen sind nach *Kölliker* beispielsweise, der sogen. Basalsaum der Darmzotten und vielleicht noch manche der sogen. Glashäute als cuticulare Bildungen anzusehen.

Eine Frage von grosser Bedeutung und Tragweite ist die nach der *Herkunft und Entwicklung* der Zwischensubstanzen, eine Frage, welche besonders in Bezug auf die der ersten Gruppe zugezählten Formen sehr viel ventilirt worden ist. So viel steht fest, dass überall dort, wo sich diese Substanzen entwickeln, vorher zellige Elemente mit spärlicher homogener Zwischensubstanz vorhanden sind, und dass diese die Entstehung der Zwischensubstanzen vermitteln oder beeinflussen. Solche Zellen werden als *Osteoblasten, Chondroblasten, Inoblasten, Odontoblasten* bezeichnet. Den grössten Schwierigkeiten aber begegnet man, wenn es sich um die Entscheidung handelt, ob die Bindegewebsfibrille, die Substanz des Knochens, des Zahnbeines

oder des Knorpels durch Umwandlung von Zellprotoplasma entstanden seien, oder aber ob sie aus einer ursprünglich flüssigen, formlosen Zwischenmasse, nicht direkt aus den präexistenten Zellen sich differenzirt haben.

Die Anhänger der ersteren Anschauung stellen sich die Entstehung der Zwischensubstanzen so vor, dass die peripheren Schichten der ursprünglich vorhandenen Zellen sich sowohl chemisch, als morphologisch verändern und in Zwischensubstanz umwandeln, wobei die centralen Theile der Zelle erhalten bleiben, oder die letztere als Ganzes in die Zwischensubstanz aufgehen kann. Diese Lehre wurde zuerst von *Schwann* begründet, schien aber allmälig in Vergessenheit zu gerathen, bis sie durch *M. Schultze*, durch die Schule *Brücke's (Kussnezoff, Obersteiner)*, durch *Gegenbauer*, *Boll*, *Waldeyer* und Andere wieder zur Geltung gebracht wurde, so dass sie als die jetzt wieder am meisten verbreitete hingestellt werden kann.

Die *Schwann'sche* Lehre ist zuerst durch *Henle* bekämpft worden, welcher annahm, dass die geformten Zwischensubstanzen, insbesondere die Bindegewebsbündel durch eine Differenzirung aus einer ursprünglich homogenen Zwischenmasse sich herausbilden, ohne dass die Zellen in direkter Weise dabei betheiligt wären. *Henle's* Anschauung schlossen sich allmälig mit geringen Modificationen *Bruch, Donders, Virchow, Gerlach, Kölliker* und viele Andere an, so dass sie eine Zeit lang gegenüber der *Schwann'schen* das Feld behauptet hat; in neuerer Zeit sind als ihre hauptsächlichsten Verfechter *Rollet, Ranvier* und *Kollmann* zu nennen.

Prüft man das Beweismateriale, welches für jede der beiden gegenüberstehenden Ansichten beigebracht wird, mit vorurtheilsloser Kritik, so muss man zur Ueberzeugung gelangen, dass weder die eine noch die andere durch thatsächliche Beobachtungen hinreichend gestützt ist. Niemand hat bisher noch eine Fibrille zweifellos entstehen gesehen, sei es an der Oberfläche der Zelle, sei es in einer homogenen Zwischensubstanz. Die Anhänger *Schwann's* sind selbst unter sich nicht ganz einig über den von ihnen angenommenen Bildungsvorgang. Während z. B. *Schwann* und nach ihm *Boll* aus jeder Bildungszelle des Bindegewebes ganze Büschel von Fibrillen hervorgehen lassen, wobei ein grosser Theil der Zellen vollständig in diese Bildung aufgehen soll, haben *Valentin* und später *Kusnezoff* und *Obersteiner* gefunden, dass jede Bildungszelle nur nach zwei

Seiten hin einen Fortsatz aussende, welcher sich zu je einer einzelnen Fibrille umwandle.

Die beiden letzteren Forscher haben jedoch auch eine Verästlung dieser Fortsätze nachweisen können, so dass sich in dieser Weise zu beiden Seiten der Zelle mehrfache Fibrillen entwickeln können; dass ein Theil der Zellen dabei sich völlig erschöpfe und zu Grunde gehe, wird von diesen Forschern zwar als möglich zugegeben, aber nicht als wesentlich erachtet. Analoge Differenzen bestehen unter Anderem bezüglich der Knochensubstanz zwischen *Waldeyer* und *Gegenbauer*, wobei *Waldeyer* im Wesentlichen den Standpunkt *Schwann's* vertritt. *W. Krause* betrachtet die Bindegewebsfibrillen geradezu als zeitlebens mit der Zelle in Verbindung bleibende lange Fortsätze, deren zwei oder mehrere von einer Zelle (für welche er den Namen *Inoblast* eingeführt hat) ausgehen können.

Hält man diese Divergenzen der Untersuchungsresultate zusammen mit dem Umstande, dass Niemand sicher erwiesen hat, dass das, was man an der ursprünglichen Bildungszelle als Fortsatz oder büschelförmige Ausstrahlung erkennen kann, wirklich zur Bindegewebsfibrille wird, so muss man zugeben, dass die *Schwann'sche* Lehre auch heute noch nicht über das Stadium einer Hypothese hinausgekommen ist.

Man darf sich andererseits aber nicht verhehlen, dass die Entstehung der geformten Zwischensubstanzen durch Differenzirung aus einer formlosen Zwischenmasse ebensowenig als eine erwiesene Thatsache gelten kann. Doch sollte man sie nicht, wie es jetzt so häufig geschieht, als einen völlig überwundenen Standpunkt betrachten. Denn einmal sehen wir, dass in der That Differenzirungs-Vorgänge innerhalb der bereits fertig gebildeten Grundsubstanz stattfinden können, wie dies die Bildung von faserigen Massen in der Knorpelsubstanz beweist, welche in gewissen Altersperioden zur Regel gehört. Dann aber steht es ausser Zweifel, dass fertig gebildete Zwischensubstanzen noch an Masse zunehmen, wachsen können; es muss daher auch wohl eine Bildung solcher Substanzen dort möglich sein, wo es kein Protoplasma mehr gibt, das sich in dieselben umwandeln könnte. Am besten wird dies illustrirt durch die unter der Leitung *M. Schultze's* angestellte Untersuchung *O. Hertwig's* über die Entwicklung der elastischen Substanz im Netzknorpel. *Hertwig* spricht sich dafür aus, dass die erste Anlage derselben in Form unmessbar feiner Fäserchen, entsprechend der Anschauung *M. Schultze's*,

durch »die formative Thätigkeit« der Knorpelzellen in den oberflächlichsten Schichten derselben geschehe; das weitere Wachsthum aber, und insbesondere die Bildung der Netze erfolge durch »Intussusception«, respective durch Auswachsen und Zertheilung der Fasern selbst. Einen solchen Vorgang wird man sich wohl kaum anders deuten können, als dass sich elastische Substanz auch ohne direkte Beihilfe der Zellen bilden könne.

Die Massenzunahme und die chemische Veränderung der Bindegewebsbündel während der Wachsthumsperiode wird allerseits anerkannt, ebenso wird die Möglichkeit einer Massenzunahme der bereits gebildeten Knochensubstanz (Wachsthum durch Intussusception) nicht mehr bezweifelt werden dürfen. Endlich möge noch hier angeführt werden, dass sich Bindegewebsbündel, wie wir später sehen werden, direkt in Knorpelsubstanz umwandeln können.

Diese Thatsachen, zusammengehalten mit den Angaben *Rollet's* und *Ranvier's* (welche Jedermann wird bestätigen müssen), dass man im embryonalen Bindegewebe stets feine Fibrillen in der formlosen Zwischenmasse findet, welche keinen Zusammenhang mit Zellen erkennen lassen, und dass sich diese Fibrillen in ihrem Aussehen und in ihrem Verhalten gegen Färbemittel von den Zellenausläufern wesentlich unterscheiden, — alles das verdient gewiss unsere Beachtung, und zeigt, dass die Zwischensubstanzen unter Umständen auch ohne direkte Betheiligung von Protoplasma sich bilden können. Immerhin aber wird man sich vorstellen müssen, dass durch den Stoffwechsel der Bindesubstanzzellen das nöthige Materiale dazu geliefert, vielleicht auch in einer anderen, uns unbekannten Weise der Anstoss zu Differenzirungsvorgängen gegeben werden dürfte. Mit Bezug auf wirbellose Thiere hat neuerdings *J. Kollmann* Beweise beigebracht, dass gewisse structurlose Häute durch einfache Verdichtung gallertartiger Grundsubstanz sich bilden. Er spricht sich, vorzüglich gestützt auf diese Analogie, dafür aus, dass die meisten geformten Zwischensubstanzen der Wirbelthiere ebenfalls ihren Ausgangspunkt aus der embryonalen Gallertsubstanz nehmen.

Ueber die *Lebenserscheinungen* der Zwischensubstanzen besitzen wir nur höchst dürftige Kenntnisse. Wir wissen, dass ihnen eine active Contractilität im Gegensatze zu dem Protoplasma nicht zukommt, dass sie nirgends eine active Rolle bei Secretions-Processen spielen, dass überhaupt die chemischen Umsetzungen in ihnen niemals so lebhaft vor sich gehen, wie in den Zellen, und dass sie

wahrscheinlich ganz differenter Art sind. Eine Fett- oder Pigmentbildung, wie wir sie in den Zellen so häufig treffen, kommt in ihnen niemals vor. — Dass sie aber auch einen Stoffwechsel besitzen, geht besonders aus den chemischen Verschiedenheiten hervor, welche sie in ihrer Zusammensetzung in verschiedenen Altersperioden aufweisen, und aus gewissen morphologischen Veränderungen, welche sie während ihrer Existenz darbieten. In ersterer Hinsicht möge auf die Untersuchungen *v. Bibra's* hingewiesen werden, welche darthun, dass der Aschengehalt der menschlichen Rippenknorpel mit dem Wachsthum fortwährend zunimmt, so dass derselbe bei einem 6 Monate alten Kinde 2·29%, bei einem Mann von 40 Jahren aber 6·1% betrug. Auch in Bezug auf morphologische Veränderungen der Zwischensubstanzen kann uns der Knorpel ein lehrreiches Beispiel liefern, wenn wir die wechselnde Menge und Massenanordnung der hyalinen Grundsubstanz in verschiedenen Altersstufen und namentlich an den Ossificationsgrenzen in's Auge fassen.

II. Abschnitt.

Vom Aufbau der Körperbestandtheile.

I. Kapitel.

Der allgemeine Stütz- und Binde-Apparat des Körpers.

Die hierher zu zählenden Körperbestandtheile, *das Bindegewebe, die Knorpel* und *die Knochen,* erweisen nach vielen Seiten hin eine nahe Verwandtschaft, und ist daher ihre Aneinanderreihung aus mehrfachen Gründen berechtigt.

Zunächst ist es ihre gemeinsame Aufgabe, als mechanische Stütz- und Bindemittel des Gesammtkörpers, sowie seiner einzelnen Theile zu fungiren. Nicht minder sind sie es, welche den activen Bewegungswerkzeugen des Körpers — den Muskeln — als Haft- und Angriffspunkte dienen, also gewissermassen die passiven Bewegungsobjekte darstellen.

Ebenso wie in ihrer Verrichtung zeigt sich auch eine auffallende Analogie mit Bezug auf ihren Bau und auf ihre Entstehung. Der grösseren Masse nach fast insgesammt aus Gebilden leimgebender Zwischensubstanz bestehend, sind sie in ihrer äusseren Erscheinung vorwiegend von der Beschaffenheit dieser abhängig. Die zelligen Elemente treten in ihnen sowohl nach Zahl und räumlicher Ausdehnung, als nach ihrer unmittelbaren Bedeutung für den Gesammtkörper im Allgemeinen mehr zurück, und es beziehen sich die funktionellen Leistungen dieser Zellen vorwiegend nur auf die Gewebe, deren Bestandtheile sie sind.

Ihre Abstammung gemeinschaftlich aus dem mittleren Keim-

blatte herleitend, formen sie sich wahrscheinlich alle in analoger Weise aus einer ursprünglich rein zelligen Anlage, wie bereits oben angedeutet worden ist; es können daher ihre Grundmassen als homologe Bildungen aufgefasst werden.

Die Verwandtschaft der genannten Körperbestandtheile gibt sich aber auch weiters darin kund, dass sie zum Theile in einem ganz continuirlichen Zusammenhang unter einander stehen (die Elemente des Knorpels und des Bindegewebes, des Knochens und des Bindegewebes), dass die eine Formation sich unmittelbar aus der anderen herausbilden kann (Knorpel aus Bindegewebe, pathologische Verknöcherung des Bindegewebes), und endlich noch darin, dass sie sich nicht selten in den verschiedenen Klassen und Ordnungen des Thierreiches gegenseitig substituiren (Knorpelskelet der Fische, knöcherne oder knorpelige Einlagerungen in die äussere Haut oder besonders in die Sclerotica des Auges).

Aus allen diesen Gründen ist es wohl gerechtfertigt, die den genannten Körpertheilen zu Grunde liegenden Gewebsformationen unter dem Namen der *Bindesubstanzgewebe* zusammenzufassen, wie dies ursprünglich von *Reichert* geschehen und später durch *Virchow* und *Donders* eingehend begründet worden ist. Es muss jedoch hier bemerkt werden, dass ausser dem Knorpel, Knochen und Bindegewebe noch andere Formationen mit mehr oder weniger Berechtigung der Bindesubstanzgruppe zugezählt werden. Dahin gehört das *Zahnbein* (Dentin), dessen nahe Verwandtschaft mit dem Knochengewebe über allen Zweifel erhaben ist. Da es aber, wenigstens bei den höheren Wirbelthieren nur auf eine bestimmte Oertlichkeit beschränkt ist, so soll es an der betreffenden Stelle abgehandelt werden.

Ferner wird das *adenoide Gewebe* als ein Bestandtheil der Bindesubstanzgruppe aufgeführt. Es nimmt jedoch dasselbe eine ganz abgesonderte Stellung ein und gehört seiner Verrichtung nach entschieden dem Lymphgefässsysteme zu, wesshalb es im Zusammenhange mit diesem berücksichtigt werden wird.

Endlich wird von Vielen das *Fettgewebe* in die Gruppe der Bindesubstanz-Gewebe eingerechnet, insoferne, als es für eine besondere Modifikation des fibrillären Bindegewebes angesehen wird. Es können indessen hinreichende Beweisgründe beigebracht werden, dass dem Fettgewebe, als einem Körperbestandtheile von ganz eigenartigem Bau und von ganz bestimmter Funktion ein selbstständiger

Platz in dem histologischen System eingeräumt werden müsse. Wenn wir das Fettgewebs-System im Anhang zu diesem Kapitel abhandeln, so geschieht dies aus dem Grunde, weil ihm beim Aufbau des Körpers vielfach auch eine analoge Rolle, wie den eigentlichen Vertretern des Stütz- und Bindeapparates zugetheilt ist.

I. Das Bindegewebe.

Wir unterscheiden folgende Arten desselben:

Das fibrilläre Bindegewebe.
Das gallertartige Bindegewebe.
Das reticuläre Bindegewebe.

1) Das fibrilläre Bindegewebe

ist unter den genannten Arten am meisten verbreitet und am längsten gekannt, daher es auch jetzt noch häufig als Bindegewebe schlechtweg bezeichnet wird. Seine Elementartheile sind die Bindegewebsfibrille und gewisse Formen von Bindesubstanzzellen.

Wenn man das fibrilläre Bindegewebe in seinem völlig entwickelten Zustand in Betracht zieht, so sind seine Formationen und seine Eigenschaften ganz ausschliesslich durch die relative Menge und durch die Anordnung der Fibrillen bestimmt. Wie schon erwähnt, treten dieselben gewöhnlich, und zwar unter Vermittlung einer äusserst geringen Menge optisch nicht nachweisbarer, in Kalk- oder Barytwasser, auch in molybdänsaurem Ammoniak und anderen Reagenzien löslichen Kittsubstanz zu drehrunden oder abgeplatteten Bündeln zusammen. Solcher einfacher Bündel sind häufig wieder mehrere zu gröberen oder zusammengesetzten Bündeln verkittet. Sie ordnen sich bald mehr oder weniger parallel, bald aber flechten sie sich in verschiedenen Winkeln und nach allen Richtungen des Raumes durcheinander. Zwischen ihnen bleiben Lücken oder Räume bestehen, deren Gestalt und Grösse von der relativen Anzahl und Anordnung der Bindegewebsbündel abhängig ist.

Diese Räume, die vielbesprochenen *„Bindegewebsspalten"*, sind unter gewöhnlichen Verhältnissen sehr eng — spaltenartig —, und beherbergen eine mucinhaltige, daher klebrige, leicht quellbare Flüssigkeit, welche auch als *formlose Zwischensubstanz* des fibrillären Bindegewebes beschrieben wird. Man ist im Stande, die genannten Spalten in Folge der

geringen Cohärenz ihrer Inhaltsflüssigkeit durch Einblassen von Luft, unter gewaltsamer Abänderung des Verlaufes der Bindegewebsbündel zu kugelähnlichen Blasen auszuweiten (daher der Name Zellgewebe — Textus cellulosus der Alten), ebenso, wie färbende Flüssigkeiten, welche unter grösserer oder geringerer Gewaltanwendung eingetrieben worden sind, sich in ihnen ausbreiten und ansammeln können. Dieselben Räume sind es auch, welche während des Lebens unter gewissen abnormen Verhältnissen durch Anhäufung einer oft sehr beträchtlichen Menge von blutserumartiger Flüssigkeit in hohem Grade ausgeweitet werden (Oedembildung). An einer anderen Stelle (siehe Lymphgefässsystem) werden wir noch des Näheren auseinanderzusetzen haben, dass die formlose Zwischensubstanz den Raum zwischen den geformten Elementen des Bindegewebes nicht immer vollständig ausfüllt, sondern dass sie in vielen Fällen von einem ganz eigenthümlichen Kanalsystem (Saftkanälchen) nach allen Richtungen hin durchzogen ist.

Von den zelligen Elementen des fibrillären Bindegewebes unterscheidet man zwei verschiedene Arten: *die fixen Bindegewebszellen,* und *die Wanderzellen.* Was die ersteren anlangt, so gehören sie wesentlich zu dem Aufbau des Bindegewebes und haben demgemäss einen bestimmten, bleibenden Standort. Genaueres über ihre Lagerungsverhältnisse zu den Bindegewebsbündeln und über ihre Vertheilung ist nicht bekannt. Es scheint dass darin, je nach den mannigfachen Formationen des Bindegewebes, nicht unerhebliche Differenzen bestehen, dass die Zellen das einemal zu längeren Reihen oder kleineren Gruppen vereint, das anderemal aber völlig vereinzelt und regellos zerstreut sich vorfinden. Vielfach scheinen sie in gewissen Intervallen den Bindegewebsbündeln unmittelbar angelagert, in anderen Fällen von der formlosen Zwischensubstanz völlig umschlossen zu sein. Für einzelne bindegewebige Bildungen (Hornhaut u. A.) ist es erwiesen, dass die Saftkanälchen ihre Lagerungsstätten abgeben.

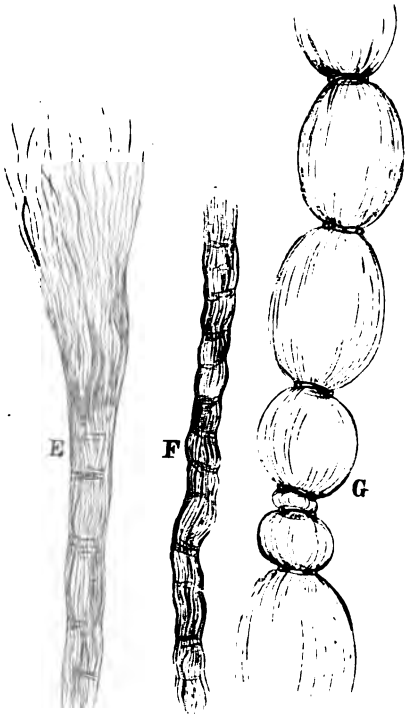
Sie gehören zumeist den ganz platten Formen (vergl. Fig. 9 A u. C) an und sind ihrer Zartheit und Durchsichtigkeit wegen nicht leicht ohne Weiteres nachweisbar, da sie an zusammenhängenden Bindegewebslagen von den Fibrillenbündeln verdeckt, an Zupfpräparaten aber meistens in mannigfacher Weise deformirt sind. Die früher allgemein gebräuchliche Darstellungsmethode der Bindegewebszellen durch Zusatz von verdünnter Essigsäure macht uns nur ihre mehr oder weniger verunstalteten Kerne sichtbar. Will man sie mög-

lichst unverändert zur Ansicht bekommen, so ist die Untersuchung ganz frischer dünner Bindegewebsmembranen in toto, entweder ohne Zusatzflüssigkeit oder mit Humor aqueus oder Jodserum zu empfehlen. Auch die Finger- oder Schwanzwirbelsehnen kleiner Säugethiere (Ratten, Mäuse) eignen sich gut zu diesem Zwecke, vorzüglich nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Es ist aber dabei unerlässlich, die ausgeschnittenen Membranen oder Sehnen soweit als thunlich in ihrer natürlichen Spannung zu erhalten. Für lockeres Bindegewebe hat *Ranvier* die Erzeugung von künstlichen Oedemen durch subcutane Einspritzung von mit Silbersalpeter versetzter Leimlösung, und die nachträgliche Behandlung dünner Abschnitte des so erzeugten Gewebstumors mit Pikrokarmin empfohlen — eine in der That ganz vortreffliche Methode, welche später durch *Flemming* und Andere noch modificirt und verbessert worden ist. Sie kann jedoch natürlich nur für das Studium der Elementartheile selbst, nicht aber zur Demonstration ihrer Anordnung in Verwendung kommen, da ja die letztere durch die künstliche Ausdehnung wesentlich alterirt wird.

In der ersten Anlage und auch noch während einer gewissen Periode der Entwicklung des Bindegewebes sind die Bindegewebszellen sämmtlich sehr reich an Protoplasma, von rundlicher, linsenförmiger oder spindeliger Gestalt. Mit der fortschreitenden Vermehrung der fibrillären Grundsubstanz ändert sich ihre Form, und sie sind genöthiget, sich mehr und mehr an die Bindegewebsbündel anzuschmiegen und so dem Raume sich anzupassen, welcher zwischen den letzteren übrig bleibt. Dadurch lässt sich ihre Abplattung, ihre verschiedenartige Krümmung und Knickung in mechanischer Weise erklären, wenngleich wir nicht wissen, ob nicht noch andere Ursachen zu diesen Gestaltveränderungen beitragen. Auch die »zusammengesetzten Platten« *Waldeyer's* kann man sich recht wohl dadurch entstanden denken, dass eine ursprünglich rundliche Zelle zwischen mehreren Bindegewebsbündeln gewissermassen eingeklemmt wird. Eine besondere Art von fixen Bindegewebszellen hat jüngst *Waldeyer* unter dem Namen *„Plasmazellen"* beschrieben. Es sind dies sehr protoplasmareiche, grobkörnige, spindelförmige oder linsenförmige Zellen, welche sich überdies häufig durch eine besondere Grösse auszeichnen. Ihr Vorkommen ist ein ganz sporadisches; der genannte Forscher hebt hervor, dass sie sich sehr häufig in der Nähe kleinerer Blutgefässe finden und vermuthet von ihnen besondere, jedoch nicht näher bezeichnete Beziehungen zu den letzteren.

An manchen Oertlichkeiten treten die Zellen des Bindegewebes in eine ganz eigenthümliche Beziehung zu den Fibrillenbündeln, ein Verhältniss, welches, trotzdem es einer längst bekannten Erscheinung zu Grunde liegt, doch bis heute vielleicht noch nicht vollständig aufgeklärt ist. In dem Subarachnoidealraum, namentlich an der Basis des Gehirnes findet sich ein Balkensystem, welches aus ziem-

Fig. 22.



E. Ein Bindegewebsbündel aus dem Arachnoidealraum (an der Gehirnbasis) des Menschen, frisch mit 1 Proz. Kochsalzlösung präparirt. An einem Ende aufgefasert.
F. Ein ähnliches Bündel aus demselben Orte.
G. Dasselbe Bündel wie unter F, nach Essigsäurezusatz bauchig aufgequollen.
(Hartnack, System VIII. Ocul. 2.)

lich derben, verzweigten und netzartig unter einander anastomosirenden Bindegewebsbündeln besteht. Behandelt man diese im frischen Zustande mit verdünnter Essigsäure, so quellen die einzelnen Bündel beträchtlich auf, jedoch keineswegs gleichmässig, sondern sie erscheinen von Strecke zu Strecke mit tiefen Einschnürungen versehen, so dass eine rosenkranzartige Figur entsteht. (Vergl. Fig. 22 G.)

Die Schnürstellen liegen weder immer in bestimmten Abständen von einander, noch greifen sie alle gleich tief ein. Sie sind meist einfach ringförmig, manchmal aber wie in kurzen Spiraltouren verlaufend; im Grunde der Einschnürung erscheint ein glänzender, gewöhnlich doppelt contourirter Streif. Nicht selten begegnet man auch Bündeln, welche in diesem Zustande wie von einer selbständigen, über die Einschnürungen glatt weg verlaufenden Hülle umgeben sind, welche entweder ganz homogen, oder von feinen der Länge nach ziehenden Streifen besetzt ist.

Die naheliegendste Erklärung für diese ungleichmässige Aufquellung der Bindegewebsbündel, welcher sich wohl Jedermann beim ersten Anblicke des Phänomens zuneigen dürfte, ist jene, welche vor vielen Jahren durch *Henle* gegeben worden ist. Nach ihm wäre jedes dieser Bündel durch eine oder mehrere elastische Fasern umsponnen, welche wegen ihrer Resistenz gegen die Essigsäure, dort wo sie dem Bündel anliegt, die Aufquellung desselben verhindern würde. Diese Anschauung blieb denn auch lange Zeit die allgemein geltende, wenn sie auch ab und zu modifizirt und selbst ganz bestritten wurde. Erst *Rollet* erkannte in diesen umspinnenden Fasern eine von Zellen herrührende Formation, und stellte sie dem Reticulum der Lymphdrüsen (siehe unten) an die Seite. *Kölliker* bestätigte und stützte die Erklärung *Rollet's*, da er fand, dass bei jungen Thieren die umspinnenden Fasern sich ganz deutlich als kernhaltige, verästigte Zellen präsentiren. Später hat *Boll* eine neue Modification dieser Anschauung eingeführt, indem er den Nachweis lieferte, dass die die Bindegewebsbündel umgreifenden Zellen sich im Laufe der Entwicklung allmälig verbreitern, unter einander verschmelzen und sich endlich zu einer vollkommenen Membran — zu einer häutigen Scheide der Bindegewebsbündel umwandeln. Diese Scheide besitzt in ihrem chemischen Verhalten einige Aehnlichkeit mit der elastischen Substanz, und ist nicht völlig homogen, sondern besitzt in verschiedenen Richtungen lineare Verdickungen, gleichsam verästigte Rippen, welche über das Niveau der Scheide hervortreten. Indem so die letztere dem Quellungsbestreben des Fibrillenbündels nicht überall denselben Widerstand entgegensetzt, insbesondere an den Stellen, wo sie durch die Rippen verstärkt wird, eine grössere Resistenz besitzt, kommt es zu der beschriebenen ungleichartigen Quellung. Aehnlich wie an der Arachnoidea, jedoch selten so ausgeprägt, finden wir dieses Verhältniss an anderen Oertlichkeiten, z. B. in der Cutis und dem subcutanen Bindegewebe.

Auch in einer anderen Weise noch machen sich Verschmelzungen von platten Bindegewebszellen geltend, indem sie sich nicht selten zu äusserst zarten, mehr oder weniger ausgebreiteten Häutchen vereinen, welche uns dann als ein eigenes Formelement in dem fibrillären Bindegewebe entgegentreten.

Die zweite Art der oben genannten Zellen — *die Wanderzellen* — (vergl. pag. 41) müssen als mehr oder weniger zufällige Vorkommnisse betrachtet werden. Ihre Anzahl ist je nach den verschiedenen Lebensumständen und nach der Oertlichkeit sehr verschieden, stets aber bedeutend geringer als die der fixen Zellen; ihre Vertheilung eine ganz unregelmässige. Die Bahn für ihre Wanderungen wird durch die Anordnung der Bindegewebsspalten, beziehungsweise durch die Saftkanälchen hergestellt.

Das fibrilläre Bindegewebe kommt nur äusserst selten in der beschriebenen reinen Gestalt vor, meistens erhält es eine Beigabe an elastischer Substanz, theils in Gestalt von vereinzelten dünneren oder dickeren Fasern, mehrerentheils aber von ausgebreiteten Netzen, welche den ganzen Aufbau desselben durchziehen. Häufig lässt sich keine besondere Anordnung der elastischen Fasern feststellen, an manchen Orten aber sind bestimmte Verlaufsrichtungen derselben vorwiegend.

Nach diesen kurzen, allgemeinen Bemerkungen lassen wir eine Schilderung der wesentlichsten Eigenthümlichkeiten folgen, welche den verschiedenen Formationen des fibrillären Bindegewebes zukommen. In dieser Richtung muss vorerst einer Eintheilung der bindegewebigen Bildungen gedacht werden, welche *Henle* schon im Jahre 1841 aufgestellt hat. Nach derselben unterscheidet man *geformtes* und *formloses* Bindegewebe, d. h. solches, welches zu mehr oder weniger selbständigen, festeren Membranen oder Strängen geordnet ist, gegenüber demjenigen Bindegewebe, welches ohne selbständige, feste Gestaltung die verschiedenen Lücken zwischen Organen und Organtheilen ausfüllt.

In ähnlichem Sinne unterscheidet auch *Brücke* zwischen *fibrösem* und *gemeinem* Bindegewebe und zählt zu letzterem alles das, was *Henle* formloses Bindegewebe nennt, zu ersterem die Sehnen, Aponeurosen und Fascien, das Periost, die Dura mater, die Sklerotika mit der äusseren Sehnervenscheide. Das Gewebe der Cutis stellt *Brücke* zu dem gemeinen Bindegewebe.

Diese Eintheilungen finden, wenngleich eine scharfe Grenze

zwischen formlos und geformt keineswegs sich ziehen lässt, doch darin ihre Berechtigung, dass bei der einen Gruppe die Anordnung der Bindegewebsbündel nicht nur eine regelmässigere, sondern auch eine constantere ist, insoferne als sie nur in geringem Grade und dann nur nach gewissen Richtungen hin abgeändert werden kann, während bei der anderen Gruppe die einzelnen Bündel nicht nur ziemlich regellos gelagert sind, sondern auch nach allen Richtungen sich in ausgiebiger Weise verschieben können, je nach den Lageveränderungen der unter einander verbundenen Theile. *Rollet* hat durch Maceration von Bindegewebe in Kalk- und Barytwasser die interessante Thatsache entdeckt, dass im formlosen Bindegewebe zumeist zusammengesetzte Fibrillenbündel vorkommen, im geformten hingegen vorwiegend einfache. Als eine Zwischenstufe zwischen den beiden genannten Arten muss das im Innern gewisser parenchymatöser Organe vorkommende Bindegewebe angesehen werden.

Im folgenden werden die wichtigsten Formationen des Bindegewebes beschrieben.

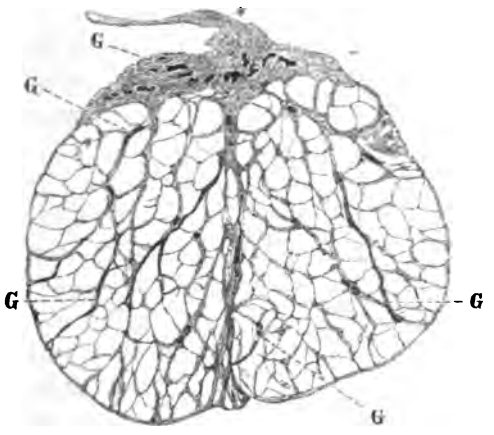
Die Sehnen. An ihnen kommt eine zweifache Anordnung des Bindegewebes in Betracht. Fürs erste finden wir lange, in der Richtung der Sehne ganz gerade verlaufende Bündel — die *Sehnenfascikel* — (secundäre Bündel nach *Kölliker*), dann aber eine zwischen diesen eingelagerte Formation mit verschiedentlich durcheinanderlaufenden Fasern — *das interfascikuläre Bindegewebe.* Die ersteren sind ausgezeichnet durch eine ganz ausserordentliche Feinheit ihrer Fibrillen, durch einen ziemlich geraden unter einander fast vollkommen parallelen Verlauf, und durch die feste und straffe Zusammenfügung derselben. Es ist desshalb in den Sehnenfascikeln die formlose interfibrilläre Zwischensubstanz nur äusserst spärlich vertreten, die Bindegewebsspalten fast verschwindend. Zwischen den Fibrillen der Sehnenfascikel kommen übrigens nach *Kölliker* noch weite Netze von äusserst feinen elastischen Fäserchen vor, welche nur durch längere Einwirkung alkalischer Zusatzflüssigkeiten sichtbar gemacht werden können.

Die zelligen Elemente, ganz ausschliesslich der platten Form angehörig, sind in den Sehnenfascikeln zu längeren oder kürzeren Reihen aneinandergefügt (siehe Fig. 9 C), zum Theil etwas nach der Fläche eingebogen, der grösseren Mehrzahl aber wahrscheinlich den *Waldeyer'schen* zusammengesetzten Platten entsprechend geformt. Auf dem Querschnitte einer Sehne erscheinen sie bei stärkerer Vergrösserung in Gestalt von zarten, in den Fascikeln zerstreuten Linien,

welche stellenweise zu strahligen Figuren zusammentreten. Bei Embryonen und ganz jugendlichen Individuen sind diese Zellen noch ziemlich reich an Protoplasma, und vorwiegend von gestreckt spindeliger Form. —

Die einzelnen Sehnenfascikel verlaufen über lange Strecken hin vollkommen von einander gesondert, können aber auch stellenweise zu zwei oder drei unter sehr spitzem Winkel zusammenfliessen. Ueber die Zahl, über die relative Anordnung und Stärke der Sehnenfascikel kann man sich am bequemsten an Querschnitten orientiren, welche man sich aus getrockneten oder in Alkohol erhärteten Sehnen

Fig. 23.



Querdurchschnitt durch die Beugesehne der Mittelzehe, entsprechend dem Basalgliede geführt. — Mensch.

Vorhergegangene Härtung in Alkohol. Die dunkeln Stellen (G G) sind durch Injectionsmasse erfüllte Blutgefässe. Bei * ist das querdurchgeschnittene tenaculum tendinis sichtbar. (Mit Hartnack's System II. Ocul. 2, in 12facher Vergrösserung gezeichnet.)

anfertigt. Alle die genannten Verhältnisse sind natürlich an verschiedenen Sehnen, ja an verschiedenen Stellen einer einzigen Sehne manchen Schwankungen unterworfen. Die Fig. 23, aus der Beugesehne der Mittelzehe eines erwachsenen Mannes, mag als ein Beispiel für das am häufigsten wiederkehrende Vorkommen dienen.

Die sämmtlichen Fascikel einer Sehne sind durch eine dünne, aus vielfach überkreuzten Fibrillenbündeln geformte Bindegewebshülle umgeben und an einander gehalten. Von dieser ziehen sich gröbere und zartere Scheidewände in das Innere der Sehne hinein, welche jedes einzelne Fascikel vollkommen von den benachbarten

abgrenzen, und deren Fibrillenbündel zumeist in querer oder schiefer Richtung zu der Längsaxe der Sehne verlaufen (interfasciculäres Bindegewebe).

Diese Scheidewände enthalten eine ansehnliche Beimengung von elastischen Fasern, und sind zugleich die Träger der Blutgefässe, welche mit ihnen in das Innere der Sehne hineingelangen und durch die ganze Dicke derselben sich verzweigen. Die Sehnenfascikel selbst sind vollkommen gefässlos.

Auch die sog. *tenacula tendinum*, welche sich an gewissen Oertlichkeiten als Leitgebilde für die die Sehnen versorgenden Gefässe vorfinden, stehen mit diesem bindegewebigen Septensystem, nicht aber mit den Sehnenfascikeln selbst in Zusammenhang, wie aus der vorstehenden Abbildung ersichtlich ist. Sie stellen gewissermassen eine Abzweigung des interfasciculären Bindegewebes dar.

Es muss noch erwähnt werden, dass es, besonders bei kleinen Thieren, Sehnen gibt, welche nur aus einem einzigen Fascikel bestehen, daher keine bindegewebigen Septa und auch keine Blutgefässe in ihrem Inneren enthalten.

Die äussere, glatte Oberfläche der Sehnen ist mit zarten, schüppchenartigen, wie es scheint, kernlosen Zellen bedeckt, welche auf weite Strecken hin nach Art der Endothelien aneinander gelagert sind, stellenweise jedoch unregelmässige Lücken zwischen sich lassen. Aehnliche Zellenhäutchen werden von *Löwe* auch als Bekleidungen der einzelnen Sehnenfascikel beschrieben und als *Tendilemma* benannt; ich konnte mich von der Existenz derselben nicht überzeugen.

In der angegebenen Weise sind alle Sehnen der willkürlichen Muskeln gebaut. Durch *Treitz* und *Kölliker* ist der Nachweis geliefert worden, dass dort, wo aus glatten Fasern bestehende Muskeln in Sehnen übergehen, die letzteren fast durchgehends aus elastischen Fasern zusammengesetzt sind.

Die Aponeurosen sind nichts anderes, als in eine Fläche ausgebreitete Sehnen, und verhalten sich in ihrem Bau ähnlich wie diese; die einzelnen Sehnenfascikel liegen in einer oder mehreren Schichten neben einander, verlaufen ziemlich parallel, und sind an gewissen Stellen (Bauchmuskelaponeurosen) von quer oder schief hinziehenden Fascikeln durchsetzt.

Die Gelenksbänder, welche an ihren Ansatzstellen sich auf das innigste mit der Beinhaut verweben, zeigen in ihrem Bau ebenfalls eine grosse Verwandtschaft mit den Sehnen, jedoch findet sich nur

selten ein so inniges Aneinanderhaften der, der Länge nach ziehenden sehnigen Fascikel; meist sind sie von einem reichlicheren, lockeren Bindegewebe umgeben, durch welches die Bänder auch mit den benachbarten Theilen in allseitiger Verbindung stehen. Eine Ausnahme von dieser gewöhnlichen Form — den sog. *fibrösen Bändern* — bilden die *elastischen Bänder* (lig. flava der Wirbel, lig. nuchae). Sie zeichnen sich durch einen ausserordentlich grossen Gehalt an elastischer Substanz aus, welche in Form von starken, verästigten und zu lang gestreckten Netzen vereinigten Fasern die Hauptmasse des ganzen Bandes ausmacht. Zwischen denselben bleibt nur wenig Raum für die verhältnissmässig spärlichen, locker eingestreuten Bindegewebsbündel übrig.

Die *Fascien (Muskelbinden)* zeigen je nach ihrem äusseren Aussehen auch eine verschiedene mikroskopische Zusammensetzung Starke, derbe Fascien verhalten sich ähnlich den Aponeurosen; ihre Formelemente, nach bestimmten Richtungen hin regelmässig geordnet, bestehen hauptsächlich aus dicht aneinander gelagerten Bindegewebsbündeln mit spärlichen und gewöhnlich ganz zarten elastischen Fasern. Die lockeren, dünnen Fascien zeigen eine geringere Regelmässigkeit in der Anordnung ihrer bindegewebigen Elemente und einen grossen Reichthum an elastischen Fasern. Alle Fascien stehen in der ganzen Ausbreitung ihrer Oberflächen mit der Umgebung in continuirlichem Zusammenhang, indem allenthalben ein Uebergang ihrer Faserbündel sowohl in das intramusculäre, als auch in das subcutane Bindegewebe stattfindet.

Hautartige Bindegewebsformationen (Faserhäute, Bindegewebshäute) sind ausserdem in weiter Verbreitung im Körper vorhanden. Als solche sind besonders zu nennen: das *Periost,* das *Perichondrium,* die gewöhnlich als *tunica albuginea* bezeichneten Bindegewebskapseln vieler Organe; das *Mesenterium,* die *Hirnhäute,* die *Hüllen der Nerven,* die *äussere Haut der Blutgefässe,* ja selbst die *Lederhaut,* die meisten *Schleimhäute* und die *serösen Membranen* können hierher gezählt werden. Die Mehrzahl von den genannten Gebilden besitzt zwar ihre besonderen Eigenthümlichkeiten, welche betreffenden Ortes zur Sprache gebracht werden sollen, alle aber stimmen darin überein, dass sie durch Bindegewebsbündel zusammengesetzt werden, welche, zu nicht sehr derben Zügen geordnet, sich nach mehreren Richtungen überkreuzen, wobei häufig eine bestimmte Richtung die vorherrschende ist. Eine sehr gute Methode, um über den vorherrschen-

den Zug der Bindegewebsbündel innerhalb einer fibrösen Haut eine Vorstellung zu erlangen, ist schon vor längerer Zeit durch *C. Langer* angegeben worden, hat aber bis nun kaum die gebührende Würdigung gefunden. Sie besteht darin, dass man in die ausgebreitete Membran mittelst eines drehrunden, in eine scharfe Spitze zulaufenden Pfriemens (Aale) senkrecht zur Oberfläche Einstiche macht. Nach dem Ausziehen des Instrumentes sieht man, dass die zurückbleibenden Oeffnungen nicht kreisförmige Contouren besitzen, sondern zu länglichen Spalten sich umgewandelt haben, Spalten, welche dem vorherrschenden Verlaufe der Bindegewebsbündel entsprechend gerichtet sind. Es geben diese Stichspalten auch ein ganz geeignetes Mittel ab, um zu erfahren, wie sich die Anordnung der Bindegewebsbündel ändert, wenn eine fibröse Membran in bestimmten Richtungen gespannt wird. Im Allgemeinen lagern sich dabei die Bindegewebsbündel so um, dass sich ihr Verlauf mehr der Zugrichtung annähert; nur diejenigen Bündel, welche entlang der letzteren oder senkrecht zu ihr verlaufen, behalten ihre Richtung bei. Der Antheil, welchen die elastischen Fasern an dem Aufbau der Bindegewebsmembranen nehmen, ist ein sehr verschiedener; sie fehlen nirgends gänzlich, sind aber im Allgemeinen viel reichlicher in solchen Membranen, welche nach ihrer Bestimmung und Lage einem ausgiebigen Wechsel ihrer Spannung unterworfen sind. Bezüglich der in ihnen enthaltenen, zelligen Elemente verhalten sie sich analog den Sehnen, jedoch kommen hier auch Plasmazellen häufiger vor.

Unter der Bezeichnung des *formlosen Bindegewebes* (auch areolares, gemeines, atmosphärisches Bindegewebe oder Zellgewebe genannt — neuerdings ist durch *Flemming* der Name Interstitialgewebe vorgeschlagen worden —) begreift man alle jene Ansammlungen von fibrillärem Bindegewebe, welche an und für sich keine besondere Gestaltung besitzen, sondern als Ausfüllungs- und Verbindungsmasse zwischen benachbarten Organen oder Gewebstheilen dienen. Es ist ausgezeichnet durch eine besonders lockere Aneinanderfügung der Fibrillenbündel, zwischen denen grössere mit formloser Zwischensubstanz ausgefüllte Lücken übrig bleiben. Dabei findet man die einzelnen Bündel nach den verschiedensten Richtungen zu einander geordnet; es kann ihnen aber insofern keine bestimmte Gesetzmässigkeit der Anordnung zukommen, als sie durch gegenseitige Verschiebungen der benachbarten Theile einem fortwährenden Wechsel ihrer Lage und Richtung unterworfen sind. Dass hier häufig zu-

sammengesetzte Bindegewebsbündel vorkommen, ist bereits erwähnt worden.

Elastische Fasern sind dem formlosen Bindegewebe meist in grosser Zahl beigemengt, doch herrscht darin je nach den verschiedenen Oertlichkeiten ein bedeutender Unterschied. Namentlich ist Bindegewebe, welches häufigen und umfangreicheren Verschiebungen ausgesetzt ist, gewöhnlich reicher an elastischen Elementen (z. B. in der Umgebung der Luft- und Speiseröhre). Auch elastische Platten finden sich an solchen Oertlichkeiten ab und zu eingestreut.

Die Zellen des formlosen Bindegewebes gehören der Mehrzahl nach den platten Formen an. Ausserdem aber begegnet man hier nicht selten den Wanderzellen und den *Waldeyer*'schen Plasmazellen. An wohlgenährten Individuen, insbesondere an gemästeten Thieren ist es eine sehr häufige und weit verbreitete Erscheinung, dass man in den Zellen des formlosen Bindegewebes Fett angesammelt findet, und zwar entweder als zahlreiche kleinere Tröpfchen oder aber zu einer grossen Kugel geballt, um welche herum noch mitunter kleine Tröpfchen gesondert erkennbar sind. Im letzten Falle hat man es mit den sog. *Fettzellen* zu thun. Nach den Untersuchungen *Flemming's* sind es ausschliesslich die platten, fixen Bindegewebszellen, welche sich zu Fettzellen umwandeln und zwar wie leicht zu bestätigen ist, wieder vorzüglich diejenigen, welche in unmittelbarer Nähe kleinerer Blutgefässe gelegen sind. Ist der Fetttropfen gross, also die Zelle so zu sagen ganz mit Fett erfüllt, so bietet sie ganz dasselbe Aussehen, wie eine Zelle des Fettgewebes in analogem Zustande; es kann dann nur der Standort der Zelle den Ausschlag dafür geben, ob man es mit der einen oder der anderen der beiden Zellenarten zu thun habe. Die vereinzelte Lage oder die unregelmässige Gruppirung und der Mangel des dem Fettgewebe charakteristischen Capillargefässsystemes, besonders aber der Nachweis der örtlichen Beziehungen einer Fettzelle zu Bindegewebsbündeln wird sie unzweifelhaft als Bindegewebszelle charakterisiren. In Folge allgemeiner oder örtlicher ungünstiger Ernährungsverhältnisse kann die Bindegewebszelle ihr Fett wieder verlieren und zu ihrer früheren Form und Beschaffenheit zurückkehren. Sie ist und bleibt ein Bestandtheil des fibrillären Bindegewebes und besitzt dieselbe Bedeutung wie eine fetthaltige Leberzelle, Ganglienzelle u. s. w. Die Vorgänge bei der Bildung und bei dem Wiederverbrauch des Fettes sind ganz analog wie oben für die Fettgewebszellen beschrieben worden ist. Wir können

also fetthaltige Bindegewebszellen an allen Orten finden, wo formloses Bindegewebe vorkommt, und selbst in den Sehnen, Aponeurosen und Bändern etabliren sich unter den dazu geeigneten Verhältnissen Fettzellen dort, wo zwischen den straffen sehnigen Fascikeln lockerer gewebte Bindegewebssepta eingelagert sind.

2) Das gallertartige Bindegewebe.

Als solches bezeichnen wir eine Bindegewebs-Art, welche durch einen grossen Gehalt an schleimhaltiger, formloser Zwischensubstanz ausgezeichnet ist. In seiner reinen Form, als *Gallert-* oder *Schleimgewebe* ist sein Vorkommen bei den höheren Thierklassen nur ein sehr beschränktes. Die *Warthon*'sche Sulze des Nabelstranges, sowie die Substanz des Glaskörpers werden gewöhnlich dazu gerechnet. Als typische Verhältnisse seines Baues werden angeführt, dass die ganze Grundsubstanz aus der bezeichneten schleimhaltigen, formlosen Masse bestehe, und dass in dieser theils kugelige, theils sternförmig verästigte, untereinander anastomosirende Zellen eingebettet seien. Die Sulze des Nabelstranges zeigt jedoch diesen Bau nur bei sehr jungen Embryonen; bei etwas vorgeschrittener Entwicklung findet man stets schon geformte Zwischensubstanz als feine Bindegewebsfibrillen oder -Bündel, welche nach den verschiedensten Richtungen die schleimige Substanz durchsetzen. Aehnliches findet man aber in frühen embryonalen Entwicklungsstufen durchaus an den Stellen, wo sich fibrilläres Bindegewebe zu bilden im Begriffe ist. Man hat solche Bindegewebsformen, welche neben einem beträchtlichen Reichthum an Zellen eine grosse Menge von schleimiger Zwischensubstanz und verhältnissmässig wenig Fibrillen enthalten, auch, und vielleicht zweckmässiger als *embryonales* Bindegewebe bezeichnet, womit zugleich ausgedrückt ist, dass es nur eine temporäre Bedeutung besitze und eine Vorstufe des fibrillären Bindegewebes darstelle. Der Glaskörper besitzt, wie an dem betreffenden Orte gezeigt werden soll, einen complicirteren und keineswegs noch vollständig ergründeten Bau, so dass man ihn kaum schlechtweg als Typus des Gallertgewebes hinstellen kann. Es scheint uns daher zweckmässiger mit dem Namen *gallertartiges Bindegewebe* alle jene Bindegewebsformen zu bezeichnen, welche ihrem äusseren Ansehen nach einer Gallerte ähnlich sind, beim Einschneiden leicht zerfliessen, und durch die Fällbarkeit ihrer reichlichen formlosen Zwischensub-

stanz durch Essigsäure, Alkohol, gewisse Metallsalze u. s. w. ihren Gehalt an Schleim bekunden. Wir müssen dann neben dem embryonalen Bindegewebe auch noch jenes hieher rechnen, welches bei Vögeln den Sinus rhomboidalis des Rückenmarkes ausfüllt und jenes, welches mit Fettgewebsläppchen gemengt bei Säugethieren fast allgemein in dem Rückgratskanal, zwischen knöcherner Wand desselben und dura mater spinalis eingelagert ist.

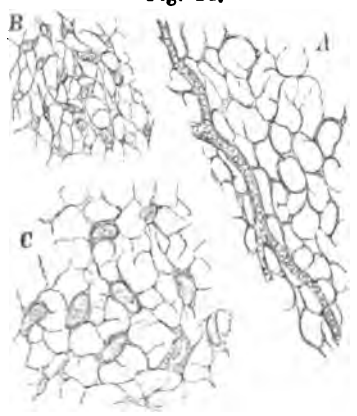
Anhangsweise sei noch erwähnt, dass in gewissen pathologischen Zuständen, z. B. bei der Heilung von Wunden, eine besondere Art von Bindegewebe auftritt, welches man als *Granulationsgewebe*, auch *junges Bindegewebe* bezeichnet. Es ist ausgezeichnet durch einen sehr reichlichen Gehalt an kugeligen, lymphkörperchen-ähnlichen Zellen, durch eine anfangs völlig homogene, jedoch nicht sehr reichliche, formlose Grundsubstanz, in welcher sich erst nach und nach eine immer zunehmende Zahl feiner Bindegewebsfibrillen nachweisen lässt. Unter fortwährender Zunahme der fibrillären Zwischensubstanz, gegenüber welcher die zelligen Elemente immer mehr zurücktreten, kann das Granulationsgewebe in das *Narbengewebe* übergehen, welches in seinem bleibenden Zustande nichts anderes, als ein dicht gefügtes, aus sich verschiedentlich überkreuzenden Bündeln hergestelltes Bindegewebe darstellt.

3) Das reticuläre (netzförmige) Bindegewebe.

Es ist bereits früher (Seite 68) angegeben worden, dass es Bindesubstanzzellen gebe, welche durch vielfache Verästigung ihres Zellkörpers und durch Zusammenfliessen der Ausläufer benachbarter Zellen ein Netzwerk herstellen, und dass unter Umständen dieses die mechanische Aufgabe des Stützens und Verbindens übernehme, welche sonst gewöhnlich der Zwischensubstanz zukommt. So verhält es sich bei dem reticulären Bindegewebe. Es enthält keine leimgebende Substanz, sondern seine Grundlage ist ein Netz von Bindesubstanzzellen, welche allerdings nicht immer sofort als solche erkannt werden können, deren Charakter aber durch zweifellose Thatsachen sicher gestellt worden ist. Es ist dabei hervorzuheben, dass reticuläres Bindegewebe niemals für sich allein einen selbstständigen Körpertheil formt, indem in den Maschenräumen seines Netzwerkes immer andersgeartete Gewebselemente eingeschlossen sind, welche aber, durch dieses gestützt, in ihrer Lage erhalten werden. Als typi-

schen Repräsentanten dieses Bindegewebes wollen wir das *Reticulum der Lymphknoten* (des adenoiden Gewebes überhaupt) hinstellen. Hat man sich aus einer beliebigen Stelle einer Lymphdrüse, welche in Chromsäure oder Alkohol mässig erhärtet worden war, einen feinen Schnitt angefertigt, so kann man durch Schütteln desselben in einer etwas Alkohol enthaltenden Eprouvette das gewünschte Objekt leicht in grösserer Ausdehnung zur Anschauung bringen.

Fig. 24.



Reticuläres Bindegewebe, durch Schütteln dargestellt.

A. Aus einem Gekröslymphknoten der Katze.
B. Aus einem Gekröslymphknoten eines nahezu geburtsreifen Katzen-Embryo.
C. Aus der Thymus von Salamandra maculata.
(Hartnack, Syst. IX. Ocul. 2.)

Diese Manipulation ist aus dem Grunde erforderlich, weil das reticuläre Stützgewebe der Lymphknoten in seinen Maschen eine grosse Anzahl von lymphoiden Zellen eingelagert enthält, welche selbst an sehr dünnen Schnitten, wenn man sie ohne Weiteres mikroskopisch untersucht, die zarten Zellennetze völlig verdecken. Das Schütteln des Schnittes in einer Flüssigkeit hat nun den Zweck, die Lymphzellen in möglichst schonender Weise zu entfernen. Ist dies gelungen, so sieht man bei der Untersuchung mit stärkeren Vergrösserungen ein Netzwerk von blassen, kurzen Fäserchen (Fig. 24 A), welche an ausgewachsenen Individuen meist ganz homogen erscheinen und stellenweise in den Knotenpunkten, wo mehrere Fäserchen zusammenstossen, einen kleinen ovalen Kern erkennen lassen. Sie sind übrigens da breiter, dort schmäler, die zwischenbleibenden Maschen bald rundlich, bald mehr gestreckt.

Untersucht man Lymphknoten von älteren Embryonen oder von neugeborenen Thieren nach derselben Methode, so kommt der zellige Charakter dieser Fäserchen schon weit auffälliger zum Ausdruck. Man erkennt da deutlich das leicht granulirte Protoplasma in der Umgebung der erwähnten Kerne (Fig. 24 B), die von denselben nach allen Richtungen ausstrahlenden Fortsätze und ihre Verästlungen. Selbst die letzteren zeigen noch ein feinkörniges Aussehen. Ein sprechender Beweis für ihre protoplasmatische Beschaffenheit auch an ausgewachsenen Individuen ist von mir geliefert worden,

indem ich nach Einspritzung feinkörnig vertheilten Farbstoffes (Anilinblau) in das Blut lebender Hunde feststellen konnte, dass die Fädchen des Reticulums ganz in derselben Weise, wie die lymphoiden Zellen im Stande sind, die Farbstoffkörnchen in sich aufzunehmen.

Ebenso habe ich gezeigt, dass in der Thymus niederer Wirbelthiere (Frosch, Salamander) die Zellen des Reticulums durch das ganze Leben einen ausgesprochen protoplasmatischen Charakter beibehalten (Fig. 24 C). Auch bei entzündlichen Erkrankungszuständen verhält sich das Netzwerk ganz wie eine protoplasmatische Substanz, indem dabei Schwellung und Kernvermehrung mit zu den am ersten auftretenden Erscheinungen gehören, wie durch eine, von *G. Yeo* in *Stricker*'s Laboratorium vorgenommene Untersuchung erwiesen worden ist.

Ist so in den Lymphknoten und in dem adenoiden Gewebe überhaupt der Charakter des reticulären Gewebes ganz klar zu Tage liegend, so begegnet man an anderen Orten seines Vorkommens grösseren Schwierigkeiten, sowohl bezüglich der Erkennung, als wie bezüglich der Beurtheilung dieser Gewebsform. Es ist zunächst *Kölliker*'s Untersuchungen zu danken, dass wir in dem *Stroma der Nieren,* sowie in dem *Stützgewebe des Centralnervensystems* einen ganz analogen Bau kennen gelernt haben. Er wird hier jedoch dadurch complicirt, dass die feinen Ausläufer der Zellennetze häufig zu scheinbar ganz homogenen, hellen Platten zusammenfliessen, in welchen man nur mit grosser Mühe den subtilen netzartigen Bau zu erkennen im Stande ist; die Kerne sind hier an erwachsenen Individuen auf weite Strecken hin ganz geschwunden oder nur rudimentär erhalten. Es sind daher nur jugendliche Individuen zu diesen Untersuchungen zu empfehlen, welche noch besser die Kerne und auch die Zellennetze zu sehen gestatten. Die Formation, welche durch die reticuläre Bindesubstanz sowohl in den Nieren, als auch im Centralnervensystem gebildet wird, unterscheidet sich naturgemäss von der in den Lymphknoten vorkommenden, da in den ersteren Fällen röhren- oder kapselartige Hüllen, in letzterem aber ein nach allen Dimensionen gleichförmiges Netzwerk hergestellt ist.

In ähnlicher Weise wie für das Centralnervensystem ist auch für die Netzhaut des Auges die reticuläre Beschaffenheit des Stützgewebes erkannt worden (*M. Schultze*).

An anderen Stellen finden sich faserige Gewebe, deren Zugehörigkeit zu unserem netzartigen Bindegewebe noch nicht hinreichend

festgestellt ist, von einigen behauptet, von anderen verneint wird, z. B. das ligamentum pectinatum des Auges, das Stroma der Leberläppchen u. s. w. Ueber die sogenannten umspinnenden Fasern des fibrillären Bindegewebes vergleiche Seite 124.

Das reticuläre Bindegewebe ist fast an allen Stellen seines Vorkommens von Blutgefässen durchzogen und zeigt zu diesen eigenthümliche Beziehungen. Seine Fädchen legen sich nämlich allerorts an die äussere Wand der kleinen Blutgefässe an und umstricken sie völlig mit ihren Netzen, so dass die Capillargefässe eine Art Adventitia (*His*) erhalten. Aehnliches geschieht dort, wo das reticuläre Gewebe an fibrilläres Bindegewebe angrenzt. Ob an solchen Stellen ein directer Zusammenhang zwischen den Zellen des letzteren und dem Reticulum bestehe, ist nicht sicher gestellt, wird aber von einigen Autoren vermuthet.

II. Der Knorpel.

Bei den beträchtlichen Unterschieden, welche die verschiedenen Arten des Knorpels bezüglich ihrer äusseren Erscheinung und ihrer physikalischen Eigenschaften darbieten können — Unterschiede, welche in gewissen Modificationen der Grundsubstanz ihre Erklärung finden, ist die Beschaffenheit ihrer zelligen Elemente eine in vielen Beziehungen nahe übereinstimmende.

Die Knorpelzelle, eine wohl charakterisirte Unterart der Bindesubstanzzellen, ist ausgezeichnet durch eine beträchtliche Grösse, durch eine kugelige oder in Folge von seitlichen Abplattungen kugelsegmentähnliche Form, und durch eine völlig homogene oder sehr zart granulirte Beschaffenheit ihres Zellkörpers. Für das Studium derselben eignen sich am besten feine Durchschnitte aus Knorpeln von Embryonen oder von kaltblütigen Thieren, oder die bei den Amphibien vorkommenden dünnen knorpeligen Ränder der Schulterblätter, des Brustbeines u. s. w., welche nach sorgfältiger Auslösung sofort die Untersuchung mit den stärksten Vergrösserungen gestatten. Um isolirte Knorpelzellen mit Leichtigkeit zu bekommen, wende man sich an die centralen, weichen Partien der Wirbelbandscheiben. Die Knorpelzellen sind gegen äussere Einwirkungen sehr empfindlich, daher es nothwendig ist, die Präparate mit indifferenten Zusatzflüssigkeiten herzustellen, wenn man sie

in der natürlichen Form und Beschaffenheit zur Ansicht bekommen will. Durch Zusatz von Wasser oder stärkeren Salzlösungen bewirkt man eine auffallende Trübung und Schrumpfung des Zellkörpers, so dass der früher sehr deutliche kuglige Kern nun in den meisten Zellen nicht mehr nachgewiesen werden kann. Eine Zellmembran ist nicht vorhanden.

Ueber die Lebenseigenschaften der Knorpelzellen ist nicht sehr viel bekannt. Amöboide Bewegungen sind nur in einem Falle durch *Kölliker* beobachtet worden. *Heidenhain* und nach ihm *Rollet* sahen die Zellen des hyalinen Knorpels unter der Einwirkung von elektrischen Schlägen plötzlich sich verkleinern, was von dem ersteren entschieden als Gerinnungs- und Schrumpfungsprocess bezeichnet wird. Auch *Rollet* konnte diese bemerkenswerthe Erscheinung nicht für eine Lebensäusserung der Zelle erklären, weil der plötzlichen Contraction keine weitere Formveränderung mehr folgte, die Zelle vielmehr bei Tage langer Beobachtung in demselben Zustande verblieb, also wohl abgestorben war. Sehr häufig, bei älteren Individuen sogar ganz constant, findet man im Inneren der Knorpelzelle einen grösseren oder kleineren, meist gelb gefärbten Fetttropfen. Bei Embryonen und Kindern in den ersten Lebensjahren habe ich niemals fetthaltige Knorpelzellen gefunden.

Die Knorpelzellen sind in Lücken oder Höhlen der Grundsubstanz eingelagert, liegen manchmal vereinzelt und scheinbar regellos zerstreut, nicht selten aber zeigen sie eine gewisse und zwar sehr charakteristische Anordnung, welche jedoch für die einzelnen Arten des Knorpels eine etwas verschiedene ist. Von ihr sind auch die mannigfachen Formverschiedenheiten der Knorpelzellen zum grossen Theile abhängig.

Man kann drei Formen des Knorpels unterscheiden: 1) den hyalinen Knorpel, 2) den Bindegewebsknorpel, 3) den elastischen Knorpel.

1) Der hyaline Knorpel.

Er stellt die im Körper am meisten verbreitete Knorpelart dar; die sämmtlichen eigentlichen Gelenkknorpel, die Rippenknorpel, die Knorpel der Luftröhre und Bronchien, der Schild- und Ringknorpel des Kehlkopfes, die Knorpel der Nase, die meisten knorpeligen Belege an den Skeletknochen gehören hierher. Im Fötalzustande sind überdies die meisten Skeletknochen durch eine Knorpelanlage vorgebildet, welche aber mit der fortschreitenden Knochenentwick-

lung verschwindet. Mit Rücksicht auf den letzteren Umstand hat man auch die hyalinen Knorpel in *permanente* und *transitorische* eingetheilt.

In seiner typischen Beschaffenheit zeigt sich der hyaline Knorpel aufgebaut aus einer gleichartigen Grundsubstanz, deren wesentliche physikalische Eigenschaften bereits (Seite 106) Erwähnung gefunden haben, und aus Zellen, welche in *Höhlen* dieser Substanz eingebettet sind. Die letzteren sind von ganz glatten Wänden begränzt, entweder von kugeliger, meistens aber von ellipsoidischer oder eiförmiger Gestalt. *Ihre Anordnung* ist oft genug eine scheinbar regellose, öfters aber, und zwar bei bestimmten Schnittrichtungen und in gewissen Altersperioden, findet man sie zu Reihen oder Zügen geordnet, welche mitunter fast geradlinig und untereinander parallel, mitunter aber in gewissen Curven verlaufen, welche sich nach bestimmten Richtungen hin verfolgen lassen. Die gegenseitigen *Abstände* der einzelnen Knorpelhöhlen erscheinen an Durchschnittspräparaten sehr verschieden gross; im Allgemeinen sind sie im jugendlichen Zustande geringer als beim Erwachsenen, in den centralen Partien eines Knorpels gewöhnlich grösser als in den peripheren. Man darf jedoch nicht vergessen, dass dabei die Dicke des Schnittes den allergrössten Ausschlag gibt, indem natürlich umsoweniger Knorpelhöhlen in den Bereich desselben fallen, je dünner er ausgefallen ist und die gegenseitigen Abstände daher um so grösser werden. Es haben darum vergleichende Angaben bezüglich der relativen Massenverhältnisse zwischen Knorpelzellen und Grundsubstanz etwas sehr missliches, besonders wenn man die höchst ungleichen *Dimensionen* der Knorpelhöhlen mit in Anschlag bringt. Ueber die letzteren lässt sich so viel aussagen, dass sie bei Em-

Fig. 25.

Horizontaldurchschnitt eines Trachealknorpels von einem 40 Jahre alten Manne. Die Grundsubstanz ist nach oben zu ganz gleichartig, zeigt von der Mitte nach abwärts eine feinkörnige Einlagerung von Kalksalzen; ganz unten umschriebene Auffaserung der Grundsubstanz. (Hartnack, Syst. VII. Ocul. 2.)

bryonen und Kindern im Allgemeinen in einem und demselben Knorpel viel gleichmässiger sich verhalten, als an Erwachsenen, wobei jedoch die interessante Thatsache zu constatiren ist, dass die Grösse der einzelnen Knorpelhöhlen respective Zellen von der ersten Embryonalanlage an bis zur Geburtsreife sich nicht bedeutend ändert, und erst von da an eine allmälig fortschreitende Zunahme erkennen lässt. Auch sind die in den mittleren Abschnitten eines Knorpels gelagerten Höhlen grösser als die der peripheren Schichten. In den letzteren sind sie meistens ganz platt oder spindelförmig und in mehrfachen Reihen parallel der Oberfläche des Knorpels geordnet.

Fasst man die einzelnen Knorpelhöhlen für sich in's Auge, so findet man zunächst häufig, dass die ihnen zunächst gelegenen Zonen der Grundsubstanz sich durch eine etwas grössere Durchsichtigkeit, mitunter auch durch Andeutung einer concentrischen Streifung von den ferner gelegenen Theilen derselben unterscheiden, so dass eine jede Knorpelhöhle wie durch einen verwaschenen, lichteren Hof umgeben scheint. Ein ähnlicher Hof kann auch mehrere benachbarte Höhlen umfassen, und dieselben gleichsam zu einer zusammengehörigen Gruppe vereinen. Durch vorsichtige Färbung eines vorher in Alkohol entwässerten Knorpelschnittes mit Anilinroth lässt sich diese Erscheinung noch deutlicher hervorheben. Bei längerem Kochen mit Wasser oder verdünnten Säuren, sowie durch Behandlung des Knorpelschnittes mit verschiedenen Reagentien, z. B. Schwefelsäure, zerfällt seine Substanz. Dies geschieht jedoch nicht gleichmässig, man kann vielmehr im geeigneten Zeitpunkt wahrnehmen, dass die Wandschichten der Knorpelhöhlen eine grössere Resistenz besitzen, ja sich völlig isolirt erhalten lassen. Nach einiger Zeit erliegen auch sie der Einwirkung der genannten Behandlungsmittel. Daraus kann man ersehen, dass die optische Differenz der Wandschichten der Knorpelhöhlen mit einer chemischen Ungleichartigkeit gegenüber den anderen Theilen der Grundsubstanz zusammenfällt.

Diese so künstlich isolirbaren Wandschichten der Knorpelhöhlen werden als *Knorpelkapseln* bezeichnet. Es gibt nun Knorpelkapseln, welche eine einfache Höhle umschliessen, aber auch andere, welche durch dünne Scheidewände von hyaliner Substanz in zwei und mehrere Abtheilungen gebracht sind. Demgemäss beherbergt jede Knorpelkapsel auch eine oder mehrere Zellen in ihrem Inneren, und zwar kommt es sehr häufig vor, dass jede derselben in einer besonderen Abtheilung der Knorpelkapsel gelegen ist. Die einzelnen

Abtheilungen solcher mehrfächeriger Knorpelkapseln, so wie die in ihnen eingeschlossenen Zellen sind meistentheils gegen einander abgeplattet, wodurch die mannigfachen Formdifferenzen der letzteren entstehen.

Die *Knorpelzellen* füllen den Raum der Knorpelhöhlen vollständig aus, wie man sich jederzeit an ganz frischen und ohne Zusatzflüssigkeit hergestellten Präparaten überzeugen kann. Längere Zeit nach dem Tode, und nach Zusatz von Wasser, Säuren u. dgl. sieht man allerdings die Zellen von der Wand der Höhlen abgehoben, häufig sogar zu kleinen, höckerigen Klümpchen zusammengeschrumpft. Abweichungen von der compacten, rundlichen oder mehr weniger abgeplatteten Form der Knorpelzellen kommen bei höheren Wirbelthieren normaler Weise nicht vor. Hingegen sind in Fällen von pathologischer Neubildung von Knorpelgewebe (Enchondrome), so wie bei gewissen niederer stehenden Thieren (Plagiostomen, Cephalopoden) sternförmig verästigte Knorpelzellen eine nicht seltene Erscheinung.

In Betreff der *Grundsubstanz* muss bemerkt werden, dass sie in bestimmten Altersperioden ganz constant eigenthümliche Veränderungen erleidet. Zunächst zeigt sich, insbesondere an den Rippen, und Kehlkopfknorpeln — bei ersteren schon vom 4. bis 5, Lebensjahre an — eine partielle faserige Umwandlung derselben. Sie tritt stets in den centralen Partien zuerst auf, und zeigt sich in der Weise, dass an einzelnen, umschriebenen Stellen bündelweise straffe, gerade oder leicht gebogene Fasern erscheinen, welche sich isolirt darstellen lassen, durch Essigsäure nicht, wohl aber durch Natronlauge unter vorhergehender Quellung aufgelöst werden. Mit dem zunehmenden Alter verbreitet sich diese Auffaserung über grosse Strecken des Knorpels, greift jedoch niemals auf die peripheren Schichten desselben über. An solchen Stellen findet man ganz besonders grosse Knorpelhöhlen, meist mit zahlreichen eingelagerten Zellen. Derartige Stellen des Knorpels sind auch schon dem freien Auge durch einen eigenthümlichen Glanz und durch eine abweichende Farbennuance erkennbar.

Eine andere, jedoch meist erst an das höhere Alter geknüpfte Erscheinung ist die mikroskopisch sichtbare Einlagerung von Kalksalzen in die Knorpelgrundsubstanz. Dieselben erscheinen in Form feiner Körnchen, welche bald diffus in der Grundsubstanz zerstreut, bald aber mehr weniger auf die Wandschichten der Knorpelkapseln beschränkt sind. Wenn sie in etwas grösserer Menge vorhanden sind, wird der Knorpel bedeutend undurchsichtiger, härter

und spröder. Man bezeichnet diesen Zustand, welcher sich dort, wo Knorpel an Knochen stösst, in jedem Lebensalter und fast regelmässig vorfindet, aber auch in dem ganzen Bereich der Kehlkopf-, Luftröhren- und Rippenknorpel vom 45. bis 50. Lebensjahre aufwärts, besonders häufig beobachtet wird, als *Verkalkung des Knorpels.* Von dieser ist wohl zu unterscheiden die Verknöcherung, welche bedeutend seltener vorkommt, und mit Bildung wahrer Knochensubstanz und rundlicher, gefässführender Markräume einhergeht.

Der Knorpel als solcher besitzt in der Regel keine eigenen Blutgefässe. Man findet jedoch sehr reichlich an embryonalen und kindlichen Knorpeln, aber auch an denen erwachsener Personen stellenweise grössere oder kleinere, wohl auch verzweigte Kanäle, welche Blutgefässe enthalten, und von der Oberfläche her mehr oder weniger weit in das Innere des Knorpels eindringen und dort blind endigen. So sieht man mit freiem Auge an den Rippenknorpeln erwachsener Personen die hintere Fläche derselben mit vielen feinen Pünktchen besetzt, welche nichts anderes sind, als die Eintrittsstellen solcher Gefässkanäle. Bei Embryonen und Kindern findet sich an den verschiedensten Knorpeln, und in gesetzmässiger Anordnung ein ganzes System von Gefässkanälen, welche, wie jüngst durch *C. Langer* genauer erörtert worden ist, mit dem Verknöcherungsprozesse in Beziehung stehen. Die Gefässkanäle des Knorpels besitzen keine besonderen, eigenen Wandschichten, sondern sind gleichsam in die Knorpelsubstanz selbst eingegraben. Meistentheils, jedoch nicht immer, bemerkt man in ihrer unmittelbaren Umgebung dieselbe Anordnung und Form der Knorpelzellen, wie sie sonst nur an der Oberfläche des Knorpels vorkommt. In der ersten Zeit der Bildung des Knorpels sind solche Kanäle noch nicht vorhanden; sie erscheinen nach *C. Langer* an den Epiphysenknorpeln der Röhrenknochen erst nach dem dritten Embryonalmonate (femur); an anderen, permanenten Knorpeln nach meinen eigenen Beobachtungen noch viel später, und zwar stets zuerst an der Oberfläche, von welcher aus sich das Perichondrium eine Strecke weit in sie hinein verfolgen lässt.

Der Inhalt der Kanäle besteht neben Blutgefässen (einer Arterie, zwei Venen, und in den grösseren einem ganzen Capillarnetze) aus einer formlosen oder leicht gestreiften Masse, in welcher man zellige Elemente in geringer Zahl nachweisen kann. Diese Zellen erscheinen theils spindelförmig; theils rundlich, und zeigen bald das Aussehen von Knorpel- oder Bindegewebszellen, bald aber mehr von lymphoi-

den Zellen. Nach Einigen sollen sie aus der Knorpelsubstanz, in Folge Zerfalles derselben herrühren, nach Anderen aber ausgewanderte Blutzellen sein. Den ganzen Inhalt dieser Kanäle hat man mit der nicht sehr glücklichen Bezeichnung *Knorpelmark* bedacht. Die Anschauungen, welche über die Entstehung solcher Kanäle herrschen, gehen ziemlich weit auseinander. Von der einen Seite nimmt man an, dass ein Zerfall, sog. Erweichung der Knorpelsubstanz in ihrem Inneren zur Bildung derselben Veranlassung gebe, und dass sie erst nach und nach zur Oberfläche hin sich erstrecken. Dies ist entschieden unrichtig. Andere nehmen an, dass die Gefässkanäle von der Oberfläche in das Innere des Knorpels hineinwachsen und dass sich aus dem Materiale des zerfallenen Knorpels — dem Knochenmark — die Blutgefässe bilden. Auch dies ist gewiss nicht richtig.

Alle Blutgefässe der Knorpelkanäle stammen *direct* von den Blutgefässen des Perichondriums ab; der Zerfall der Knorpelsubstanz ist nicht der primäre Vorgang bei der Gefässkanalbildung, sondern dieser wird erst eingeleitet und bewirkt durch das Vorwachsen der Blutgefässe in seine Substanz hinein. Wir finden daher, wenigstens an kindlichen Knorpeln niemals Knorpelkanäle, welche nur sog. Mark, aber keine Blutgefässe enthalten, und es ist nicht schwer, an gut injicirten Objekten das allmälige Vordringen der Knorpelkanäle sammt ihren Blutgefässen zu demonstriren. Der Umstand, dass die Knorpelkanäle bei Kindern stets nur sehr wenige oder gar keine sogen. Markzellen enthalten, spricht einerseits gegen die Bildung der Blutgefässe aus ihnen, andererseits aber kann aus der grösseren Anzahl der Markzellen bei ausgewachsenen Individuen und aus der mit dem Alter fortschreitenden Erweiterung der Kanäle vielleicht der Schluss gezogen werden, dass die Markzellen ihrer Bedeutung nach wirklich nichts anderes als Knorpelzellen oder deren Reste sind. Ich füge noch hinzu, dass ich wiederholt an 4—8jährigen Kindern die oben beschriebene Auffaserung der Knorpelgrundsubstanz in der Umgebung des centralen Endes von Gefässkanälen zuerst und ausschliesslich vorkommend gefunden habe.

Von einigen Autoren — unter Anderen in letzterer Zeit von *C. Heitzmann* — wurde ein ganzes System feinster Kanälchen in der Knorpelgrundsubstanz beschrieben, welche durch Behandlung des Knorpels mit Gold- und Silberlösung sichtbar gemacht werden können und welche von den einzelnen Knorpelhöhlen ausgehend eine ausgiebige Communication der letzteren unter einander herstellen

sollten. Diese Kanälchennetze sollen nach einigen mit einer Flüssigkeit, nach anderen (*Heitzmann*) mit einer protoplasmatischen Substanz erfüllt sein, welche letztere nichts anderes als feine Ausläufer der Knorpelzellen darstellen würde. In Uebereinstimmung mit vielen anderen Forschern glaube ich die Existenz solcher Netze entschieden in Abrede stellen zu dürfen. Die für ihre Annahme zu Grunde gelegenen mikroskopischen Bilder müssen als Kunstprodukte — hervorgerufen durch zufällige Niederschläge der angewendeten Metallsalze erklärt werden.

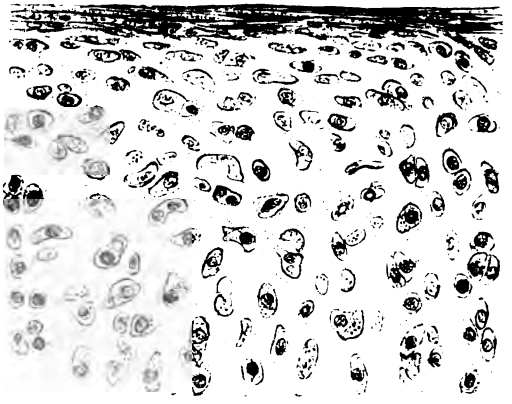
Die Oberfläche des hyalinen Knorpels zeigt je nach seiner Lage und seinen Beziehungen zu der Umgebung ein verschiedenes Verhalten. Alle Knorpel, welche als mehr oder weniger selbständige Skeletstücke fungiren (Tracheal-, Kehlkopf-, Rippenknorpel), sind an ihrer Oberfläche mit einer fibrösen Haut, dem *Perichondrium* (*Knorpelhaut*) überzogen.

Dieses besteht aus dicht gefügten, in verschiedenen Richtungen gekreuzten Bindegewebsbündeln und elastischen Fasern mit eingelagerten Zellen. Es besitzt an verschiedenen Stellen eine sehr ungleiche Mächtigkeit. Nach der einen Seite hin mit dem Bindegewebe der Nachbarschaft ohne scharfe Grenze in innigem Zusammenhang, ist das Perichondrium andererseits so fest mit der Knorpelsubstanz verbunden, dass es sich ohne Verletzung dieser nicht völlig abziehen lässt. Dieser Umstand findet im Folgenden seine Begründung. Die innersten Bindegewebsbündel des Perichondriums sind in sehr spitzen Winkeln zu der Oberfläche des Knorpels gelagert und gehen dann unmittelbar in die hyaline Substanz selbst ein, so dass es an jeder dieser Bindegewebsfasern eine Stelle gibt, an welcher sie den Charakter der hyalinen Substanz annimmt und mit dieser verschmilzt. Man kann dies besonders an embryonalen oder kindlichen Knorpeln deutlich hervorheben durch doppelte Färbung der Schnitte mit Carmin und Hämatoxylin, wobei die Bindegewebsbündel bis zu ihrer Umwandlungsstelle roth, von da aber blau sich färben. Der Zug dieser Bündel lässt sich leicht und sicher noch eine Strecke weit in den Knorpel hinein verfolgen. (Vgl. Fig. 26.) Aehnlich wie die Bindegewebsbündel zeigen auch die Zellen des Perichondriums den allmäligen Uebergang zu den Knorpelzellen, indem sie in den äusseren Schichten desselben die gewöhnliche platte Form der Bindegewebszellen zeigen, in den innersten Lagen aber zusehends an Körper zunehmen, allmälig linsenförmig werden, und wieder entsprechend

der hyalinen Umwandlung der Fibrillenbündel in wahre Knorpelzellen übergehen. Auch sie lassen sich in continuirlichen Reihen aus dem Perichondrium in die hyaline Substanz hinein ziemlich weit verfolgen. Das Perichondrium ist nicht sehr reich an Blutgefässen, jedoch finden sich solche allenthalben und reichen mit ihrer capillaren Ausbreitung bis unmittelbar an die hyaline Substanz heran. Die Blutgefässe der Knorpelkanäle sind, wie schon erwähnt, Abzweigungen von ihnen.

Jene Oberflächen des Knorpels, welche als Gelenkflächen dienen, sind zum grössten Theile völlig nackt, jedoch kommt an den Seiten-

Fig. 26.



Horizontaldurchschnitt eines Trachealknorpels von einem 4 Jahre alten Kinde sammt dem Perichondrium). Man sieht den unmittelbaren Uebergang der Bindegewebsbündel des letzteren in die hyaline Substanz und die eigenthümliche Anordnung der Zellen in den peripheren Knorpelschichten. (Hartnack, Syst. V. Ocul. 2.)

theilen, welche nicht Contactflächen sind, eine Art endothelialer Ueberkleidung vor, welche durch Behandlung mit Silbernitrat zur Anschauung gebracht werden kann. Es zeigt sich dabei, dass sie als eine unmittelbare Fortsetzung des Endothelüberzuges der Synovialhaut zu betrachten ist, welche sich noch eine kurze Strecke weit über den Knorpel hin erstreckt.

Um ein volles Verständniss bezüglich aller Details im Aufbau des Knorpels zu gewinnen, namentlich um das Verhältniss der Knorpelzellen richtig würdigen zu können, muss auf die *Entwicklung* und das *Wachsthum* des Knorpels Rücksicht genommen werden. Die erste Anlage von Knorpelsubstanz wird im Embryo schon sehr

frühzeitig beobachtet. An den Stellen, wo sich Knorpel formen soll, gewahrt man zunächst, dass die embryonalen Bildungszellen, welche eine der anderen unmittelbar anliegen, ihre körnige Beschaffenheit verloren haben und heller und durchsichtiger geworden sind. Bald darauf entsteht zwischen ihnen eine durchsichtige, homogene Zwischensubstanz, von welcher auf Durchschnitten alle Knorpelzellen wie von zarten, hellen Ringen umgeben scheinen. Es ist dies bereits die hyaline Knorpelsubstanz, welche in Form von zusammengeflossenen Kapseln jede einzelne Zelle umlagert.

Von nun an hat man an der Fortbildung des Knorpels zweierlei Momente zu berücksichtigen, die *Wandlungen im Inneren des Knorpels* und *das Wachsthum derselben von der Oberfläche her*. In ersterer Beziehung beobachtet man während der allmäligen Massenzunahme der Grundsubstanz und dem dadurch bedingten Auseinanderrücken der einzelnen Knorpelkapseln eine lebhafte Vermehrung der zelligen Elemente. Zellen mit doppeltem Kern, Einschnürungen an der Oberfläche verlängerter Zellen, kurz alle jene Erscheinungen, welche man mit Zelltheilung in Zusammenhang zu bringen gewohnt ist, kann man hier neben einander beobachten. Die nächste Folge davon ist, dass manche Knorpelkapseln zwei Zellen beherbergen. Ist dies der Fall, so entwickelt sich sehr rasch eine dünne Scheidewand von hyaliner Substanz, durch welche jene beiden Schwesterzellen von einander getrennt werden. Wiederholt sich der Theilungsvorgang in ihnen, so hat man es mit vier neben einander liegenden, durch dünne Scheidewände von einander getrennten Zellen gemeinsamer Abkunft zu thun, welche noch zu einer Gruppe zusammengelagert und von einer gemeinschaftlichen Kapsel umschlossen sind. Durch Verstärkung einzelner oder sämmtlicher Scheidewände kann die Gruppe aufgelöst werden, während derselbe Process sich von jeder einzelnen Zelle aus auf's Neue wiederholen kann. Es ist also ganz einleuchtend, dass die gruppenweise Anordnung der Knorpelzellen, wie wir sie an ausgewachsenen Knorpeln finden, auf die einzelnen Zellengenerationen zurückgeführt werden muss.

Lange nicht so klar liegt indessen die Frage nach der Entstehungsweise der Grundsubstanz. Es stehen sich da drei verschiedene Auffassungen gegenüber. Nach der einen bildet sich an der Peripherie jeder einzelnen Knorpelzelle bald, nachdem sie entstanden ist, eine differenzirte Schichte nach Art einer Zellmembran aus, welche sich allmälig verdickt, zu Knorpelsubstanz umwandelt und mit der anstossenden, bereits

gebildeten Grundsubstanz verschmilzt. Diese Ansicht, welche im Wesentlichen schon durch *Remak* ausgesprochen worden ist, hat vielleicht die meisten Anhänger und stützt sich auf die, optisch und chemisch nachweisbar differente Beschaffenheit der Knorpelkapselwände gegenüber den anderen Theilen der Zwischensubstanz und auf die häufig zu beobachtende concentrische Streifung der ersteren, welche der successiven Anlagerung neuer Substanz, von der Zelle aus entsprechen würde. Man ist aber wieder insoweit getheilter Meinung, als einige (*M. Schultze, Brücke, Heidenhain*) die differenzirte Zellhülle als ein Umwandlungsprodukt der peripheren Zellenschichten selbst, andere (*Gegenbauer*) aber als eine von der Zelle herrührende Ausscheidung auffassen. Eine andere Reihe von Autoren (*Henle, Aeby*) betrachtet die hyaline Substanz als eine wahre Zwischensubstanz, welche niemals im Verhältniss einer Zellmembran zu den Knorpelzellen gestanden, sondern sofort als diffuse Masse gebildet worden ist. Zwischen diesen beiden extremen Anschauungen sucht endlich *Kölliker* eine Vermittelung zu finden, indem er einen Theil der hyalinen Substanz im Sinne *Aeby*'s als Zwischensubstanz auffasst, welcher sich während des Wachsthums die bestehenden Membranen der Knorpelzellen allmälig assimiliren, bis endlich Membranen und Zwischensubstanz zu einer gleichartigen Masse sich vereinen. Nach dem Stande unseres heutigen Wissens dürfte es kaum möglich sein, eine der angedeuteten Anschauungen auf Grund von speciellen Thatsachen als die allein zutreffende zu erklären. Wenn man sich für die eine oder die andere entscheidet, so geschieht dies meist nur mit Rücksicht auf die Auffassung, welche man sich im Allgemeinen über das Verhältniss von Zellen und Zwischensubstanzen zurechtgelegt hat.

Mit den bis jetzt angeführten Erscheinungen im Inneren des Knorpels gehen noch andere, und zwar wesentlich verschiedene Vorgänge, welche aber auch zum Wachsthum des Knorpels beitragen, gleichzeitig einher, — Vorgänge, welche zum Ansatz von Knorpelsubstanz an der Oberfläche führen. Es ist ein solches Wachsthum durch *Apposition* schon vor längerer Zeit durch *Bruch, Gerlach* und andere beschrieben, von der Mehrzahl der Autoren aber geleugnet worden, bis endlich auch *Kölliker* die Möglichkeit desselben für gewisse Fälle zugegeben hat. Man kann sich nicht schwer an beliebigen Knorpeln von Embryonen oder Kindern die Ueberzeugung verschaffen, dass die seitliche Apposition von Knorpelsubstanz an bereits bestehende Knorpel eine ganz allgemein verbreitete Thatsache

ist, und zwar geschieht sie durch direkte Verknorpelung der innersten Lagen der perichondralen Bindegewebsbündel, und gleichzeitige Umwandlung der dort befindlichen Bindegewebszellen zu Knorpelzellen. Ich erinnere hier nur an die bei Besprechung des Perichondriums angeführten Thatsachen, und auch noch daran, dass von allen neueren Autoren, welche die Regeneration der Knorpelsubstanz nach Verletzungen untersucht haben, ganz übereinstimmend bezeugt wird, dass dieselbe durch direkte Umwandlung des vorher gebildeten Bindegewebes geschehe. Allerdings lässt sich für jetzt nicht entscheiden, wie viel von dem Gesammtwachsthum des Knorpels auf Rechnung des letzteren Modus zu setzen sei.

Im Ganzen führen die Wachsthumsvorgänge in dem Knorpel zu einer Vermehrung und Vergrösserung der Zellen (respective der Knorpelhöhlen), zu einer Volumszunahme der Grundsubstanz, und weil die letztere nicht eine allseitig gleichmässige ist, zu einer stetigen Umwandlung der gegenseitigen Lage der Knorpelzellen. Man wird sich endlich auch entschliessen müssen, an die Möglichkeit einer gleichzeitigen, theilweisen Aufsaugung oder Rückbildung von Knorpelsubstanz zu denken, wenn man die oft sehr bedeutende Ausweitung der Knorpelhöhlen verständlich machen will.

Anhangsweise möge hier noch erwähnt werden, dass es Knorpelarten gibt, welche ausschliesslich aus Zellen bestehen, ohne dass man eine irgendwie beschaffene Grundsubstanz nachzuweisen vermöchte. Man hat solchen Knorpeln den Namen *Parenchym-* oder *Zellenknorpel* (*Kölliker*) beigelegt. Man zählt gewöhnlich hieher: die Chorda dorsalis, sowie andere embryonale Knorpel der Wirbelthiere und die bleibenden Knorpel bei verschiedenen Arten von Wirbellosen. Da aber wenigstens für einzelne der genannten Knorpelformen dieser Zustand kein bleibender ist, sondern aus ihnen wahrer, hyaliner Knorpel hervorgehen kann, so dürfte es nicht gerade geboten sein, den Parenchymknorpel als eine gesonderte, für sich bestehende Art gelten zu lassen.

Die Chorda dorsalis (*Wirbelsaite*) betreffend, möge hier bemerkt werden, dass sie schon in sehr früher Periode der fötalen Entwicklung als ein heller, in der Axe des Leibes unmittelbar vor der Anlage des Centralnervensystems gelegener Streifen sich zeigt. Derselbe besteht ausschliesslich aus hellen, fast homogen aussehenden, rundlichen, kernhaltigen Zellen und wird von einem structurlosen Häutchen von der Umgebung abgegrenzt. Diese Zellen sind bis in

die letzte Zeit ganz allgemein als Knorpelzellen angesehen und als Abkömmlinge des mittleren Keimblattes betrachtet worden. Nun sind aber durch *V. v. Mihalkovics* schwerwiegende Beweismittel beigebracht worden, welche es sehr wahrscheinlich machen, dass das Gewebe der Chorda dorsalis epithelialer Natur sei und aus dem oberen Keimblatte abstamme. Als wesentlichste Gründe führt der genannte Autor an, dass die Zellen der Chorda von Anbeginn an scharf von den umgebenden Geweben des mittleren Keimblattes abgegrenzt sind und sich niemals mit denselben vermischen, dass niemals eine Zwischensubstanz sich zwischen ihnen entwickelt, und dass die Formen der Chordazellen, sowie die Veränderungen, welche sie im Laufe der Entwicklung eingehen, ganz denen der Epithelialzellen gleichen. Die structurlose Scheide der Wirbelsaite würde sich ganz wohl mit den sogenannten *Bowman'schen* Grundmembranen der Epithelien vergleichen lassen.

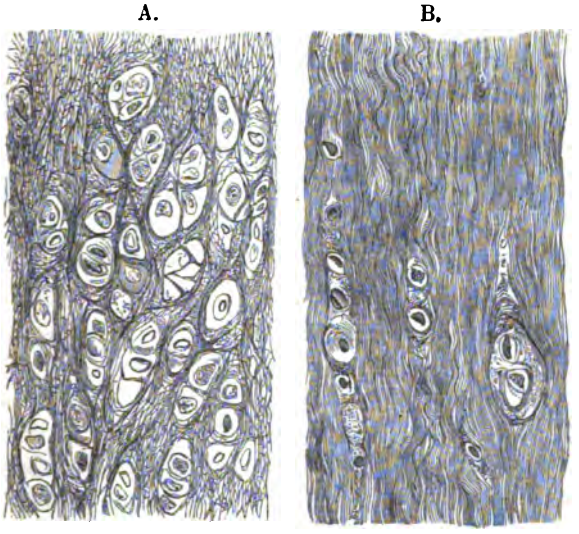
2) Der Netzknorpel (elastische Knorpel)

schliesst sich eng an den vorhergehenden an, insofern, als auch ihm eine hyaline, mit Knorpelhöhlen durchsetzte Grundsubstanz zukommt. Allein dieselbe ist hier von einem sehr dichten Netzwerk von feinen elastischen Fasern durchzogen, welche dem Knorpel als Ganzem eine gelbliche Farbe verleihen und seine Durchsichtigkeit erheblich beeinträchtigen. An dünnen Durchschnitten frischer, sowie in Alkohol oder Chromsäure erhärteter Netzknorpel sieht man demgemäss zwischen den hellen und durchsichtigen Knorpelhöhlen ein dichtes Gewirre von feinen dunklen Fäserchen, welche, wenn eine grössere Zahl derselben der Quere nach durchschnitten ist, auch als feine Pünktchen eingestreut erscheinen. Durch die entsprechenden Reagentien lässt sich leicht sicherstellen, dass sie der elastischen Substanz angehören.

Die Anordnung der elastischen Netze ist in verschiedenen Netzknorpeln und auch bei den verschiedenen Thieren nicht ganz übereinstimmend, namentlich die Epiglottis vieler Thiere zeichnet sich durch stärkere, aber weniger verzweigte elastische Fasern aus. Auch die Dichtigkeit der Netze ist eine in weiten Grenzen schwankende. Bemerkenswerth ist, dass die elastischen Netze nicht in dem Knorpel selbst abgeschlossen sind, sondern dass zahlreiche Fasern sich in das Perichondrium, selbst in das umliegende Bindegewebe hinaus erstrecken. Von dem Vorhandensein der hyalinen Grundsubstanz

kann man sich am leichtesten an den Rändern dünner Durchschnitte überzeugen, wo sie sich gegenüber der Zusatzflüssigkeit durch einen blassen aber deutlichen Contour abhebt. Die *Knorpelhöhlen* des elastischen Knorpels unterscheiden sich dadurch von denen des hyalinen, dass ihre Form meist eine gleichmässige, rundliche oder nur wenig in die Länge gestreckte ist, und dass sie bezüglich ihrer Grösse nur wenig von einander differiren (Fig. 27 A). Nur diejenigen, welche unmittelbar an das Perichondrium gränzen, sind kleiner und abgeplattet. Ebenso ist ihre Vertheilung eine mehr weniger gleich-

Fig. 27.



A. Elastischer Knorpel. Durchschnitt durch den Knorpel der Ohrmuschel des Menschen in frischem Zustande.
B. Bindegewebsknorpel. Durchschnitt aus einem Zwischen-Wirbelbande des Menschen. (Hartnack, Syst. VIII. Ocul. 2.)

mässige. Von den Zellen selbst ist nicht bekannt, dass sie sich in ihren Lebenseigenschaften von jenen des hyalinen Knorpels irgendwie unterscheiden. Von den *Altersveränderungen* der Grundsubstanz, welche wir an dem hyalinen Knorpel beschrieben haben, ist an dem Netzknorpel viel weniger wahrzunehmen. Die eigenthümliche Auffaserung der hyalinen Grundsubstanz findet sich jedoch ganz gewöhnlich an umschriebenen Stellen des Ohrknorpels bei Personen mittleren und höheren Alters, wobei bemerkenswerth ist, dass an diesen Stellen die elastischen Netze verschwunden sind, weshalb sie

schon durch ihre grössere Durchsichtigkeit sofort auffallen. Verkalkung und Verknöcherung von Netzknorpel ist nur an dem Ohrknorpel des Hundes durch *H. Müller* beobachtet worden.

In seiner ersten Anlage gleicht der Netzknorpel völlig dem hyalinen. Die elastischen Fasern fangen erst ungefähr in der Mitte des Embryonallebens an, in ihm sichtbar zu werden und entwickeln sich von da an gleichzeitig mit der hyalinen Grundsubstanz immer mehr. Es wurde bereits oben (Seite 115) angegeben, wie *O. Hertwig* sich die Entstehung derselben vorstellt. Hier möge nur hinzugefügt werden, dass fast alle anderen Autoren der gegentheiligen Ansicht sind und darin übereinstimmen, dass eine unmittelbare Betheiligung der Knorpelzellen bei der Bildung der elastischen Netze nicht nachgewiesen werden könne.

Der Netzknorpel hat keine sehr grosse Verbreitung im Körper; der Knorpel der Ohrmuschel, des äusseren Gehörganges und der Ohrtrompeten (über diese vergleiche das Kapitel Sinnesorgane), ferner der Knorpel des Kehldeckels, die Wrisberg'schen und Santorini'schen und zum Theil die Giessbeckenknorpel (der Processus vocalis) gehören hieher.

3) Der Bindegewebsknorpel (Faserknorpel *)

zeichnet sich aus durch den völligen Mangel der chondrigenen, hyalinen Zwischensubstanz. Anstatt derselben findet man in den meisten Fällen eine fibrilläre, glutingebende Grundmasse (Fig. 27 B), welche dem Wesen nach der des Bindegewebes gleichkommt. Demgemäss ist der Bindegewebsknorpel auch weicher und biegsamer, als die anderen Formen. Gewöhnlich sind die Fibrillen ausserordentlich fein und nur ganz locker, in vielen Fällen gar nicht, zu Bündeln vereinigt. Sie sind entweder zu parallel laufenden, oder in bestimmten Richtungen überkreuzten Zügen geordnet, oder in den verschiedensten Richtungen unregelmässig durch einander gewoben. Die zwischen ihnen gelegenen Zellen sind dem äusseren Habitus nach den gewöhnlichen Knorpelzellen völlig gleich, kommen theils einzeln, theils zu grösseren oder kleineren Gruppen vereinigt vor, sind jedoch im Ganzen verhältnissmässig spärlich und sehr ungleich vertheilt. Der Angabe *Rollet*'s, dass diese Zellen, ab-

*) Von einigen Autoren wird unter der Bezeichnung Faserknorpel ebensowohl der elastische, als auch der Bindegewebsknorpel verstanden.

weichend von denen des hyalinen Knorpels, gegen elektrische Schläge sich völlig indifferent verhalten, ist bereits Erwähnung geschehen.

Der Bindegewebsknorpel findet sich an verschiedenen Stellen des Körpers, häufig aber nicht völlig umschrieben, sondern zum Theil in hyalinen Knorpel, zum Theil in fibrilläres Bindegewebe übergehend. Als seine hauptsächlichsten Fundstätten sind zu nennen: die Zwischengelenksknorpel, die labra cartilaginea der concaven Gelenkflächen, die Bandscheiben der Wirbelsäule, zuweilen die Cartilago triticea des Kehlkopfs und endlich die meisten jener Abschnitte der Muskelsehnen, welche an Knochen hin und her gleiten. An den letztgenannten Stellen lässt sich namentlich auf's deutlichste die unmittelbare Continuität des Knorpels mit dem Bindegewebe demonstriren und zwar in der Weise, dass man nicht nur die fibrilläre Grundsubstanz allenthalben von einem in das andere Gewebe ohne Unterbrechung übergehen sieht, sondern auch die unzweideutigsten Uebergangsformen von Bindegewebs- und Knorpelzellen nebeneinander auffinden kann. Ja es erstrecken sich vereinzelte Knorpelzellen noch ziemlich weit in das Sehnengewebe hinein, sowie andererseits in dem Knorpel selbst neben den Knorpelzellen auch charakteristische Bindegewebszellen nicht selten eingestreut sind.

Am interessantesten ist das Verhalten des Bindegewebsknorpels in den Zwischenbandscheiben der Wirbel. Man findet hier an erwachsenen Personen mittleren Alters die obersten und untersten Schichten aus hyalinem Knorpel mit glatten, linsenförmigen, reihenweise geordneten Zellen bestehen. Diese Lage vermittelt den Zusammenhang des Bandes mit den Wirbelkörpern. Unmittelbar aus ihnen gehen in regelmässigen, schief verlaufenden Zügen die Fasermassen des Bindegewebsknorpels hervor, welche sich schichtenweise überkreuzen. Gegen die centrale Parthie des Bandes (den sogenannten Gallertkern) zu, werden die Fibrillen immer undeutlicher und verlieren sich allmälig in eine dickflüssige, formlose, reich mit Knorpelzellennestern durchsetzte Masse. Von dieser ist nachgewiesen worden, dass sie aus den Ueberresten der fötalen Chorda dorsalis herstammt. Die am meisten gegen die Peripherie gelegenen Theile der Zwischenwirbelscheiben bestehen aus einem derben Bindegewebe, welches seinerseits ebenfalls ohne scharfe Grenze in den Faserknorpel übergeht.

Aehnlichen Uebergängen von hyalinem Knorpel in Faserknorpel begegnet man auch in den labra cartilaginea der concaven Gelenksflächen.

III. Der Knochen.

Fertiget man sich durch verschiedene (frische oder besser macerirte) Knochen Durchschnitte an, so findet man bei der Betrachtung mit freiem Auge, dass das Gefüge der Knochensubstanz nicht allenthalben dasselbe ist. *Kurze* Knochen zeigen sich im Innern ganz aus dünnen, zarten Blättchen und Bälkchen zusammengesetzt, welche in den verschiedensten Richtungen aneinander stossen und rundliche oder vieleckige Lücken zwischen sich lassen. Man bezeichnet dieses Gefüge als *spongiöses,* die zwischen den Knochenblättchen bleibenden Räume, welche an frischen Knochen mit einer weichen rothen Masse — dem *Knochenmarke* — erfüllt sind, als *Markräume.* An der Oberfläche vereinigen sich die Blättchen der spongiösen Substanz zu einer papierblattdünnen fortlaufenden Rindenschichte, welche jedoch von zahlreichen feinen Oeffnungen durchbrochen ist. Querschnitte von *platten* Knochen zeigen nur in ihrem mittleren Theile das spongiöse Gefüge, nach den Seiten zu, also den beiden Flächen des Knochens entsprechend, findet man eine bald dünnere, bald dickere Lage weisser, fest gefügter, sogenannter *compacter* Substanz. Die langen oder Röhrenknochen zeigen in ihren Diaphysen eine verhältnissmässig dicke Schichte compacter Substanz, welche die Hauptmasse des Knochens darstellt und eine cylindrische Höhle — *die Markhöhle* — umschliesst. Gegen die letztere zu blättert sich die compacte Substanz mehr oder weniger auf, so dass entweder nur einzelne Blättchen in die Markhöhle hineinragen, oder aber dieselbe von einem feinen und zierlichen Gebälke von spongiöser Substanz durchsetzt wird. Die Epiphysen der Röhrenknochen sind ganz nach Art der kurzen Knochen beschaffen, nur zeigen die spongiösen Blättchen meist eine mehr regelmässige Anordnung. Die Oberfläche der Knochen ist durchwegs von zahlreichen, feinen Oeffnungen durchbrochen, von welchen aus man häufig feine Kanälchen in schiefer Richtung in's Innere des Knochens eindringen sieht. Diesen, dem freien Auge leicht zugänglichen Eigenthümlichkeiten in der Fügung des Knochens liegt nun keineswegs eine wesentliche histologische Verschiedenheit der Knochensubstanz selbst zu Grunde, es ist nur die Anordnung derselben, welche den verschiedenen Knochen und Knochentheilen einen besonderen Charakter verleiht.

Entnimmt man der Spongiosa irgend eines macerirten, getrock-

neten Knochens ein möglichst dünnes Blättchen (sehr zweckmässig sind auch die dünneren Blättchen des Siebbeinlabyrinthes zu verwenden), und bringt dasselbe mit Zusatz von Wasser unter das Mikroskop, so erscheint die Grundsubstanz hell, durchscheinend und völlig homogen. An schiefen Bruchflächen solcher Blättchen lässt sich jedoch häufig ganz deutlich erkennen, dass sie aus mehrfachen, fest mit einander verbundenen, blattartigen Schichten — *den Knochenlamellen* der Autoren — bestehen. In der Grundsubstanz finden sich zahlreiche, dunkle, zackige Figuren eingetragen, welche nichts anderes sind, als Lücken in der Grundsubstanz, welche, weil sie mit Luft erfüllt sind, schwarz erscheinen. Es sind dies die sogen. *Knochenkörperchen.* Sie haben eine ellipsoidische oder linsenförmige Gestalt, messen in der Länge 15—27 μ und senden nach allen Richtungen hin feine, lange, hie und da auch verästigte Ausläufer aus — *die Knochenkanälchen*, — welche mit denen der benachbarten Knochenkörperchen zusammenfliesen. Es ist so die ganze Grundsubstanz des Knochens von einem System äusserst feiner und dicht gelagerter Kanälchen durchzogen, deren erweiterte Knotenpunkte eben die Knochenkörperchen sind. Die letzteren beherbergen im frischen Zustande in sich die zelligen Elemente der Knochensubstanz — die *Knochenzellen.* — Diese ahmen, indem sie den Raum der Knochenkörperchen ausfüllen, deren Form vollständig nach und schicken auch in die feinen Ausläufer derselben ihre Fortsätze hinein. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass auch die Fortsätze benachbarter Zellen mit einander zusammenhängen, ein sicherer Beweis dafür konnte jedoch noch nicht erbracht werden. Ihre Beobachtung ist überhaupt eine ziemlich schwierige und kann mit Aussicht auf Erfolg an den dünnen Knochenblättchen des Siebbeinlabyrinthes kleiner Säugethiere versucht werden. Färbung mit Anilinroth oder Pikrokarmin leistet dabei gute Dienste. Auch frische Knochen, welche mit Pikrinsäure oder mit Chlorpalladium entkalkt sind, zeigen an Durchschnitten die Zellen häufig recht deutlich; ob sie aber durch diese Behandlungsmethode nicht deformirt worden sind, muss dahingestellt bleiben. Ausser den Knochenkörperchen und deren Ausläufern sieht man an den Blättchen der spongiösen Substanz ganz vereinzelte, gröbere, drehrunde Kanäle von meist 40—90 μ Durchmesser, welche sich ab und zu dichotomisch verästigen. Sie sind unter dem Namen *Havers'sche Kanäle* bekannt und enthalten im Leben die Blutgefässe des Knochens. In den feinsten spongiösen

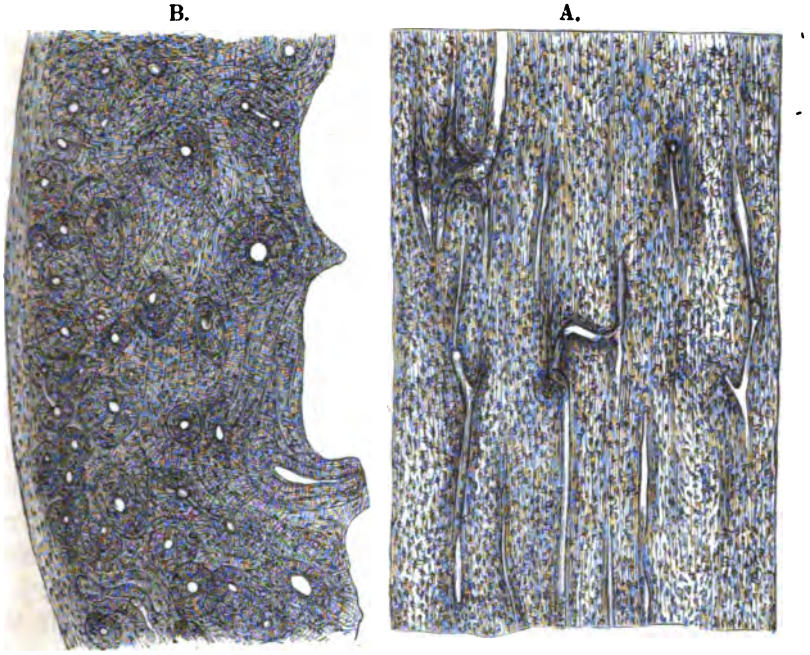
Knochenblättchen fehlen sie vollständig oder kommen nur dort vor, wo zwei oder mehrere derselben winklig aneinanderstossen; gröbere Blättchen werden stets nach der einen oder anderen Richtung von ihnen durchzogen.

Einer viel complicirteren Anordnung der Substanz begegnen wir in den compacten Theilen des Knochens. Zum Behufe ihrer Untersuchung wendet man sich am zweckmässigsten zuerst zu den Diaphysen der *Röhrenknochen*, und zwar ist es nothwendig, sich dünne, durchsichtige Abschnitte derselben nach zwei Richtungen — quer und parallel zu ihrer Längsaxe — zu verschaffen. Man kann hiezu entkalkte Knochen benützen, welche man mit dem Messer leicht schneiden kann; besser ist es aber, sich Schliffe aus dem frischen oder macerirten Knochen anzufertigen, wobei man in folgender Weise vorgeht. Mit einer feinen Säge entnimmt man in der entsprechenden Richtung einen möglichst dünnen Abschnitt der compacten Substanz, kittet denselben mit Schellack an die plane Fläche eines gewöhnlichen Korkstöpsels und bearbeitet nun die freie Fläche mit einer feinen planen Feile. Scheint das Plättchen hinreichend dünn, so glättet man es an einem Schleifstein und schliesslich noch zwischen zwei Glasplatten. Anstatt der Feile und des Schleifsteines kann man auch zuerst gröbere und dann feinere Sorten von Schmirgelpapier (*Lavdowsky*) verwenden. Ist die eine Seite des Plättchens hinreichend glatt, so löst man es (durch Eintauchen in Alkohol) von dem Korkstöpsel ab und beginnt mit der anderen Seite dieselbe Procedur. Es ist zweckmässig, sich dünnere und dickere Präparate (namentlich von Längsschliffen) herzustellen. Die Untersuchung des Knochenschliffes geschieht am besten in Wasser, in welchem er auch conservirt werden kann. Die gebräuchlichste Methode der Conservirung ist aber die in Canadabalsam, wobei der Schnitt vor dem Einlegen gut getrocknet werden muss. Der Balsam wird zu diesem Behufe in möglichst dickflüssigem Zustande verwendet, damit er nicht in die Kanälchen und Höhlungen des Knochens eindringe. Nach dem oben genannten Autor wird dies am leichtesten verhindert durch vorhergehendes Ueberziehen des Schliffes mit einer Schichte Gummi arabicum. Die Kanäle und Höhlen des Knochenpräparates bleiben dann mit Luft erfüllt, und erscheinen deshalb bei der mikroskopischen Untersuchung tief schwarz; es lassen sich an ihnen die feinsten Ausläufer leicht und sicher verfolgen. Ist hingegen die Luft durch Eindringen des Balsams ver-

drängt worden, so findet man die grösseren Höhlungen hell glänzend, ihre feinen Ausläufer sind gar nicht mehr sichtbar.

An Längsschliffen, welche in der angegebenen Weise hergestellt worden sind, sieht man mit schwachen Vergrösserungen (Fig. 28 A) ein System von Kanälen, welche im Allgemeinen unter einander parallel verlaufen und der Axe des Knochens gleich gerichtet sind. Ab und zu verästigen sie sich in sehr spitzen Winkeln oder werden

Fig. 28.

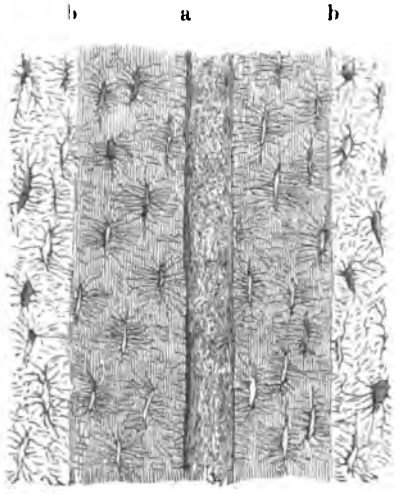


A. Schliff durch einen menschlichen Phalangenknochen parallel seiner Längsachse. B. Querschliff eines ebensolchen Knochens. Beide in Wasser conservirt. (Hartnack, System II. Ocul. 3.) 30mal vergrössert.

durch kurze Queräste mit einander verbunden. Es sind dies die bereits oben erwähnten *Havers'schen* Kanäle. Ueber ihren Inhalt kann man bei der angegebenen Präparirmethode nichts erfahren. Die nächste Umgebung dieser Kanäle zeigt sich bei schwacher Vergrösserung nur etwas dunkler als die übrigen Theile der Knochensubstanz, bei stärkeren Vergrösserungen jedoch erkennt man, dass zu beiden Seiten eines jeden Kanales die Grundsubstanz mit einer Anzahl feiner, gerader Streifen versehen ist, welche in regelmässigen

Abständen von einander und der Wand des Kanales parallel verlaufen. Die Knochenkörperchen erscheinen der grössten Mehrzahl nach verhältnissmässig lang gestreckt und schmal, den genannten Streifen entsprechend zu ziemlich regelmässigen Längsreihen geordnet, in den übrigen Parthien der Grundsubstanz jedoch weniger gleichmässig gelagert. (Fig. 29.) Die Ausläufer der Knochenkörperchen erscheinen als feine dunkle Streifen, welche die Grundsubstanz nach allen Richtungen durchziehen; viele von ihnen aber sind quer oder schief zu der Fläche des Schnittes gestellt und zeigen sich dann als dunkle Punkte, welche theils gruppenweise, theils mehr

Fig. 29.



Aus dem Längsschliff eines menschlichen Fingerknochens; a. ein Havers'scher Kanal in der Längenansicht; b b. die Grenzen des zu ihm gehörigen Lamellensystems. Man sieht in dem letzteren die regelmässige Anordnung der Knochenkörperchen.
(Hartnack, Syst. VIII. Ocul. 2.)

verstreut vorkommen. Man kann sich auch leicht davon überzeugen, dass die Ausläufer der Knochenkörperchen die Wandungen der *Havers'schen* Kanäle durchbrechen und so die Lumina beider vielfach mit einander in Zusammenhang stehen. Hat man einen guten Knochenschliff, welcher die ganze Dicke der compacten Substanz in sich begreift, vor sich, so sieht man auch, dass die *Havers'schen* Kanäle ebensowohl an der Oberfläche des Knochens als auch gegen die Markhöhle zu stellenweise frei ausmünden.

Untersucht man nun einen Schliff, welcher quer zur Axe des Knochens geführt ist (vergl. 28 B), so erhält man ein wesentlich

anderes Bild, welches aber mit dem oben beschriebenen zusammengehalten, ganz geeignet ist, eine richtige Vorstellung über die Textur des Knochens zu gewähren. Man begegnet dabei zunächst in grösseren oder kleineren Abständen den Durchschnitten der *Havers'schen* Kanäle, welche, weil zum allergrössten Theil quer getroffen, als kreisrunde Lücken in der Knochensubstanz erscheinen. Mitunter jedoch gewahrt man, dass zwei benachbart gelegene durch ein anastomotisches Kanälchen in Zusammenhang gebracht sind. Ein jeder solcher Querschnitt ist nun von einem System concentrisch geordneter, heller Streifen umgeben, deren Anzahl gewöhnlich mit der Weite des Kanälchens steigt. Meistens sind ihrer 5—12. Sie sind durch feine, dunklere Linien gegen einander abgesetzt und stellen alle vollkommene, in sich zurücklaufende Ringe dar. Dieses concentrische Ringsystem ist nichts anderes, als der Querdurchschnitt einer Anzahl von Knochenlamellen, welche wie in einander gesteckte Röhren den *Havers'schen* Kanal umgeben. Die zu je einem solchen Kanal gehörigen, hülsenförmigen Knochenlamellen heisst man ein *Havers'sches Lamellensystem* (*Speciallamellen: Frey.*) Auf dem Längsdurchschnitte des Knochens entsprechen ihnen die oben angeführten, dem Kanale zu beiden Seiten parallel laufenden, geraden Streifen.

Die Durchschnitte der einzelnen Lamellensysteme stossen zum Theil unmittelbar an einander, zum Theil aber sind sie durch Knochensubstanz von einander getrennt, welche entweder fast gleichartig aussieht, oder aber, besonders bei starken Vergrösserungen, ein gestreiftes Aussehen erkennen lässt. Diese Streifung ist aber nicht mehr eine so regelmässige, wie in den *Havers'schen* Systemen, sondern es verlaufen kürzere oder längere Züge paralleler Streifen in den verschiedensten Richtungen, theils gerade, theils gebogen zwischen den ersteren hindurch. Diese Streifung ist ebenfalls der Ausdruck durchschnittener Knochenlamellen, welche gewissermassen als Ausfüllungsmasse zwischen den *Havers'schen* Systemen eingeschaltet sind. Man bezeichnet sie als *intermediäre Lamellensysteme.* In den verschiedenen Knochen findet man sie in sehr ungleicher Ausdehnung, so dass sie bald fast ganz zu fehlen scheinen (an den grossen Röhrenknochen), bald aber beträchtliche Strecken zwischen den *Havers'schen* Systemen einnehmen (an den kleinen Röhrenknochen).

Eine dritte Gattung von Lamellen findet man endlich an der Oberfläche des Knochens. Sie bilden gleichsam eine mehrfach geschichtete Schale um den ganzen Röhrenknochen und erscheinen

daher auf dem Querschnitte als helle, der Oberfläche des Knochens gleich gerichtete Streifen in grösserer oder geringerer Zahl. Für sie ist der Name *Grundlamellen* (*Generallamellen: Frey*) gebräuchlich. Sie stehen insoferne mit den intermediären Lamellensystemen in Beziehung, als die letzteren häufig sich von ihnen abzuzweigen scheinen. Aehnlich wie an der äusseren Oberfläche, findet man auch an der Grenze der compacten Substanz gegen die Markhöhle häufig eine Art von Grundlamellen, doch sind sie hier weder so constant, noch auch so regelmässig gelagert, da sie sich von Strecke zu Strecke in jene spongiösen Knochenblättchen fortsetzen, welche in die Markhöhle hineinragen.

Die Knochenkörperchen erscheinen an Querschliffen entsprechend dem Verlaufe der verschiedenen Lamellen geordnet und zwischen ihnen eingelagert. Ihre Form zeigt sich hier wesentlich anders, als an den Längsschnitten; sie ist fast ausnahmslos eine rundliche oder elliptische, nur selten findet man jene langgestreckten Gestalten, wie sie an den Längsschnitten die Regel bilden. Es erklärt sich dies daraus, dass die Knochenkörperchen mit ihrem längsten Durchmesser zu den *Havers'schen* Kanälchen, und überhaupt in der Mehrzahl zu der Längsaxe des Knochens parallel gestellt sind. Nur dort, wo quere Anastomosen der ersteren in den Schliff fallen, und wo es die Verlaufsrichtung der intermediären Lamellensysteme mit sich bringt, zeigen sie sich auch auf dem Querschnitt mit ihrem längsten Durchmesser.

Einen ganz analogen Bau, wie in den Röhrenknochen, zeigen auch die Lagen der compacten Substanz, welche sich an den *platten* Knochen vorfinden; auch an ihnen beobachtet man die drei verschiedenen Arten der Lamellensysteme, nur ist die Anordnung der *Havers'schen* Systeme eine minder regelmässige, weil die Gefässkanäle in flächenartiger Ausbreitung unter zahlreicher Anastomosenbildung zwischen den verschiedenen Schichten der Knochenplatte einen ziemlich ungeordneten Verlauf einhalten. An der Grenze gegen die spongiöse Mittelschichte erweitern sich die *Havers'schen* Kanäle sehr bedeutend und gehen unmittelbar in die Markräume derselben über.

Aus dem bisher Erörterten geht hervor, dass alle Knochen, in welcher Form wir sie immer treffen, der Wesenheit nach aufgebaut werden durch die mikroskopisch dünnen Lamellen der Grundsubstanz. An den spongiösen Blättchen einfach der Fläche nach aneinander gelagert, werden sie in ihrer Anordnung in dem com-

pacten Knochen wesentlich durch das Dazwischentreten zahlreicher Gefässkanäle beeinflusst. Indem die letzteren sämmtlich von concentrisch aneinander geschichteten röhrenförmigen Lamellen umschlossen werden, ergibt sich daraus für die langen Knochen, in welchen sie der grossen Mehrzahl nach längs gerichtet sind, ein Grundstock von Knochensubstanz, welchen man mit einer Anzahl von Hohlsäulen vergleichen kann, deren Richtung der Belastungsrichtung des Knochens entspricht. Der zwischen diesen Säulen — den *Havers'schen* Lamellensystemen — übrig bleibende Raum wird durch die intermediären Lamellen ausgefüllt und Alles zusammen von einer Anzahl der Oberfläche des Knochens gleichlaufender Lamellen — den Grundlamellen — wie durch eine gemeinsame Schale eingehüllt.

Es erübrigt nun noch eines Vorkommnisses Erwähnung zu thun, welches, wenngleich minder in die Augen fallend, doch bei dem Aufbau der Knochen eine nennenswerthe Rolle spielt. Behandelt man einen frischen Knochen mit starker Salzsäure, so wird er nach einer gewissen Zeit der Einwirkung unter mässiger Aufquellung weich und biegsam, er hat seine Kalksalze verloren, seinen Bau aber, und seinen inneren Zusammenhang bewahrt. Lässt man nun die Einwirkung fortdauern, so blättern sich an seiner Oberfläche zunächst mehrere Schichten ab, dann aber verwandelt sich das Ganze in eine leicht zerfallende, faserige Masse. Untersucht man dieselbe, so erfährt man, wie jüngst von *C. Langer* beschrieben worden ist, dass die isolirbaren Fasern nichts anderes sind, als die *Havers'schen* Lamellensysteme, deren geschichteter Bau zum Theile noch vorhanden ist. Als nächste Begrenzung des Lumens der *Havers'schen* Kanäle erkennt man aber eine glashelle, strukturlose, rigide Membran, welche stellenweise an den Rissenden der Lamellensysteme etwas vorragt. Bei noch längerer Einwirkung der Säure zerfällt die Substanz der Knochenlamellen vollkommen, und es lassen sich dann jene Begrenzungshäute der *Havers'schen* Kanäle auf längere Strecken hin isolirt erhalten. In ähnlicher Weise verhält sich, wie schon seit längerer Zeit durch *Virchow* bekannt ist, die unmittelbare Wandschichte der Knochenkörperchen gegen den Einfluss der Säure derart widerstandsfähig, dass auch die Knochenkörperchen innerhalb der zerfallenen Masse in ihrer charakteristischen Form gefunden werden. (Allerdings hatte sie *Virchow* irrthümlich für die Knochenzellen selbst gehalten, bis durch *Fürstenberg* und *Neumann* der wahre Sachverhalt erkannt wurde.) Es ist also durch die Beobachtung *Langer's*

dargethan, dass das ganze den Knochen durchziehende Lücken- und Höhlensystem mit einer differenten, durch ihre Widerstandsfähigkeit gegen Salzsäue ausgezeichneten, hautartigen Schichte ausgekleidet wird. Dass dieselbe allenthalben ein Continuum bildet, ergibt sich daraus, dass an der äusseren Oberfläche der isolirten Begrenzungsmembran der *Havers'schen* Kanäle zahlreiche, kurze, fadenförmige Anhänge festsitzen, welche nichts anderes sind als die Ausläufer der Knochenkörperchen.

Die äussere Oberfläche der Knochen ist von einer fibrösen Haut, *der Beinhaut* (*Periost*), überzogen. Dieselbe besteht aus zwei unvollständig von einander getrennten Schichten, deren äussere, durch ihren grossen Reichthum an Blutgefässen ausgezeichnet, vorwiegend aus Bindegewebsbündeln besteht, welche in verschiedenen Richtungen durch einander geflochten sind. Sie steht allerseits mit den bindegewebigen Theilen der Nachbarschaft in Zusammenhang und kann sogar mitunter sehr innig mit denselben verschmelzen. (Schleimhaut des Gaumens und der Nase). Die innere Lage der Beinhaut ist ärmer an Blutgefässen und ausgezeichnet durch einen beträchtlichen Reichthum an elastischen Fasernetzen. Sie haftet dem Knochen nicht überall gleich fest an und ist stellenweise auch an ausgewachsenen Knochen durch Vermittlung einer Lage von rundlichen oder abgeplatteten Zellen — deren Bedeutung für die Knochenentwicklung wir alsbald kennen lernen werden — mit der Oberfläche derselben verbunden. Der Zusammenhang der Knochen mit der Beinhaut wird einerseits durch eine grosse Anzahl feiner, von der letzteren in den ersteren eindringender Blutgefässe bedingt, anderseits aber durch eine eigenthümliche Formation befestiget, welche unter dem Namen der *Sharpey'schen* oder *perforirenden Fasern**) bekannt ist. Sie stellen starre, bindegewebige oder verkalkte, faserartige Gebilde dar, welche von der Beinhaut aus in senkrechter Richtung in die compacte Knochensubstanz eindringen und dabei die Grundlamellen derselben durchbohren. Man kann sie am besten an entkalkten Knochen durch Zerzupfen der oberflächlichen Schichte derselben darstellen, wobei sie nicht selten isolirt erhalten werden und

*) Kürzlich hat *G. Clementi* den Nachweis geliefert, dass diese Gebilde, deren Entdeckung gewöhnlich *Sharpey* (1856) zugeschrieben wird, schon in früherer Zeit einzelnen italienischen Anatomen (*Gagliardi* 1689, und *Troja* 1814) bekannt gewesen sind.

auch ihr continuirlicher Zusammenhang mit den Bindegewebsbündeln der Beinhaut constatirt werden kann. Die Mächtigkeit der Beinhaut ist je nach der Oertlichkeit sehr verschieden, am stärksten wird sie dort, wo Sehnen und Bänder sich an den Knochen ansetzen. An diesen Stellen wird auch ihre Verknüpfung mit dem Knochen dadurch befestigt, dass der letztere mit zahlreichen kleinen Furchen und Grübchen versehen ist, in welche die inneren Lagen der Beinhaut eindringen.

Das Knochenmark bildet die Ausfüllungsmasse der grossen, centralen Höhlen in den Diaphysen der Röhrenknochen, sowie sämmtlicher Räume der spongiösen Substanz und erstreckt sich auch selbst zum Theile in die *Havers'schen* Kanäle hinein. Es erscheint beim Menschen in Form einer sehr weichen, fast zerfliessenden Masse, deren Aussehen je nach verschiedenen Oertlichkeiten und je nach anderen Umständen verschieden ist. In den Räumen der spongiösen Substanz finden wir das *rothe Knochenmark* — seiner blutrothen Farbe nach so benannt; in den centralen Höhlen der Röhrenknochen das *gelbe* Knochenmark, dessen Farbe von seinem beträchtlichen Gehalte an Fettzellen herrührt. Bei alten und abgemagerten Individuen, an denen das Fett grösstentheils geschwunden ist, zeigt das Mark in den Diaphysen der Röhrenknochen meist eine röthlich-gelbe Farbe und ist durchscheinend, schleimig und fadenziehend geworden. Es wird daher als *gelatinöses* Knochenmark bezeichnet. Es muss indessen ausdrücklich hervorgehoben werden, dass das ganze Knochenmark, so wie es für einen und denselben Knochen räumlich ein Continuum bildet, auch bezüglich seiner histologischen Beschaffenheit im Wesentlichen überall dasselbe ist. Die geweblichen Elemente des Knochenmarkes bestehen zunächst aus einer geringen Menge von feinfaserigem, fibrillärem Bindegewebe, welches in Verbindung mit einem zarten, reticulären Zellennetze eine Art von Gerüste herstellt. In dasselbe eingelagert sind in grosser Anzahl kleine, runde, lymphoide Zellen — die sogen. *Markzellen* — und eine wechselnde Menge von Fettzellen. Einen verhältnissmässig ausgiebigen Bestandtheil des Knochenmarkes bilden ferner die Blutgefässe, von welchen später gehandelt werden soll.

Mit Bezug auf das Bindegewebe des Knochenmarkes ist zu bemerken, dass es vorzüglich in der Nähe der grösseren Blutgefässe, als Umhüllung derselben vorkommt, ausserdem aber in beträchtlicher Ansammlung nur noch in der Peripherie der Markhöhlen der grossen

Röhrenknochen zu finden ist, wo es gleichsam eine äussere Begrenzungsschichte des Knochenmarkes darstellt. Eine besondere Membran, als welche diese oberflächliche Bindegewebslage unter dem Namen *Markhaut* (*Endosteum*) wohl auch beschrieben worden ist, existirt in der That nicht. Das reticuläre Zellennetz des Knochenmarkes ist ziemlich schwierig darzustellen, unterscheidet sich aber der Wesenheit nach nicht von jenem der Lymphknoten.

Die Eigenschaften der Markzellen sind bereits auf Seite 42 beschrieben worden. Hier möge nur noch erwähnt werden, dass durch *Neumann, Bizzozero* und Andere an den Markzellen verschiedene Zustände beschrieben worden sind, welche auf die Möglichkeit einer Transformation derselben zu farbigen Blutkörperchen hinzudeuten schienen. Eine mehr weniger gelbliche Färbung des Zellkörpers, homogene Beschaffenheit des Protoplasmas, Verkleinerung des Kernes, oder Zerfall desselben in zwei oder drei kleine Theilstücke innerhalb einer gelblichgefärbten Markzelle, dies wären die Erscheinungen, welche auf die bezeichnete Umwandlung der Markzellen bezogen werden sollten. Indem man nun nicht nur in dem Gewebe des Knochenmarkes, sondern auch in den Blutgefässen desselben diese hypothetischen Uebergangsformen nachgewiesen zu haben glaubte, so schloss man, dass sie aus dem ersteren in die letzteren übergewandert seien, und nun zu wahren farbigen Blutzellen sich umgestalten könnten. Das Misstrauen, mit welchem diese Hypothese von manchen Seiten aufgenommen worden ist, scheint bei der Schwierigkeit der Beobachtung und bei der Unsicherheit in der Beurtheilung des genetischen Zusammenhanges der angeführten Erscheinungen vollkommen gerechtfertigt zu sein.

Ausser den bisher erwähnten Zellenformen trifft man in dem rothen Knochenmark noch sogen. Blutkörperchen führende Zellen und vielkernige Riesenzellen. Die ersteren äusserst unbeständig, hat man, weil sie mitunter auch gelbliche Pigmentkörnchen enthalten, mit der Rückbildung und der Zersetzung der farbigen Blutkörperchen in Beziehung gebracht; die Riesenzellen (s. Seite 33) haben in jüngster Zeit durch *Kölliker* eine eigenthümliche Deutung erfahren, von welcher noch weiter unten die Sprache sein wird.

Die fettführenden Zellen, in den Diaphysen wohl die Hauptmasse des Knochenmarkes bildend, finden sich auch in dem rothen Mark allenthalben vereinzelt eingestreut, nur in jenen Markhöhlen, welche ganz nahe dem Knorpelüberzuge der Knochen liegen, scheinen sie vollends zu fehlen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass sie zum

grössten Theile auf Markzellen zurückgeführt werden dürfen, wenn man auch nicht läugnen kann, dass vielleicht auch einzelne den Bindegewebszellen zugehören. Wird in Folge von andauernd schlechten Ernährungsverhältnissen des Körpers das Fett dieser Zellen allmälig aufgebraucht, sie selbst dem entsprechend verkleinert, so muss der Raum, welchen das Fett eingenommen hatte, in irgend einer Weise ausgefüllt werden. Dies geschieht theils durch Erweiterung der Blutgefässe, theils aber durch Ansammlung einer schleimhaltigen Flüssigkeit zwischen und in den Zellen. In Folge dessen entsteht jene Form des Knochenmarkes, welche man als die gelatinöse bezeichnet.

Die Blutgefässe der Knochen. Beinhaut, Knochensubstanz und Mark sind von reichlichen Blutgefässen durchzogen, welche für alle drei genannten Theile zusammen ein Continuum, ein einheitliches Ganzes bilden. Es ist jedoch dieses Gefässsystem keineswegs in sich abgeschlossen, vielmehr nach allen Seiten hin mit der Umgebung in Zusammenhang. Eine eigentliche Abgrenzung erfährt es nur dort, wo die Knochen mit Knorpelüberzügen versehen sind oder starken Bandmassen zum Ansatze dienen. Die grösseren zu- und ableitenden Gefässe der Knochen sind meist an solchen Stellen zu finden, wo Fasciendissepimente oder Muskeln sich an sie anheften. Von da aus vertheilen sie sich in feinen Ramifikationen durch das Periost, während andere Zweige durch die zahlreichen feinen Oeffnungen in der Oberfläche des Knochens in die Substanz derselben eintreten. Durch grösseres Kaliber ausgezeichnete Gefässe der letzteren Art werden Vasa nutritia genannt; sie sind es, welche insbesondere zum Knochenmark in Beziehung treten.

Im *Periost* führt vorzüglich die äussere Schichte eine stark entwickelte Gefässramifikation, welche allerorts mit den Gefässen der benachbarten Gewebstheile in Communikation steht. Es sind der Mehrzahl nach netzförmige Ausbreitungen von Venen- und Arterienzweigchen, deren Ausläufer in gerader Richtung die innere Beinhautschichte durchbrechen, um so an die Knochensubstanz zu gelangen. Capillargefässe finden sich hier meist nur, wo Nervenzweigchen oder Fettgewebsläppchen eingelagert sind. Die zahlreichen feinen Poren an der Oberfläche der compacten Knochensubstanz leiten diese kleinsten Gefässchen unmittelbar in die *Havers'schen* Kanäle. In diesen findet man fast ausnahmslos zwei oder drei Gefässe nebenein-

ander, ein arterielles und ein oder zwei venöse Stämmchen. In grösseren *Havers'schen* Kanälen kommt nicht selten ein wohl entwickeltes Capillarsystem vor, jedoch nur dann, wenn sie zugleich Knochenmark enthalten (*Langer*). In Folge des ausgiebigen Zusammenhanges, welcher unter den *Havers'schen* Kanälen durch die ganze compacte Substanz hindurch besteht, entwickelt sich eine ganze Kette von Anastomosen zwischen den in ihnen enthaltenen Gefässen. An der inneren Grenze der compacten Substanz übergehen sie unmittelbar in das Gefässnetz des Knochenmarkes. Dieses wird, so weit es dem röhrigen Theile des Knochens angehört, zunächst durch die Vasa nutritia gespeist. Die Arteriae nutritiae zeigen das eigenthümliche Verhalten, dass sie bald nach ihrem Durchbruch durch die compacte Substanz, und noch während desselben eine grosse Anzahl feinster Zweigchen abgeben, welche sich netzartig unter einander verstricken. Sie durchziehen im weiteren Verlauf der Länge nach die Markhöhle des Knochens, fort und fort feine Aestchen in schiefen Winkeln abgebend. Die Endausläufer gehen in weite Capillaren über, welche zwischen den zelligen Elementen des Markes sich netzartig verbreiten. Die Venenwurzeln sammeln sich aus den letzteren büschel- oder quastenförmig zu kleinen Stämmchen, welche sich in die die Arterie begleitende Vene einsenken. Jener Antheil des Knochenmarkes, welcher der spongiösen Substanz der Diaphyse angehört, erhält einen Zuwachs an mehreren Arterien- und Venenstämmchen, welche in der Nähe der Gelenke an der Oberfläche des Knochens aus- und eintreten. Nichtsdestoweniger besteht eine durchgehende Continuität der Blutbahn im ganzen Bereiche des Knochenmarkes. Erst vor dem überknorpelten Ende der Epiphyse begrenzt sie sich mit schlingenförmigen Umbeugungen der Gefässe. Sämmtliche innerhalb des Knochens verlaufenden Venen sind klappenlos, hingegen erhalten sie solche in sehr beträchtlicher Anzahl, so wie sie an die Oberfläche des Knochens austreten (*C. Langer*). Dass die Blutbahn innerhalb des Knochenmarkes sich zum Theil in wandungslosen Räumen bewege, ist von Einigen (*Hoyer*) behauptet, seitdem aber von mehreren Seiten mit den schlagendsten Gründen widerlegt worden.

Nerven der Knochen. Wenn auch nicht sehr reichlich, so sind doch an den meisten Knochen Nervenausbreitungen nachgewiesen worden. Sie gehören theils dem Periost an, theils dringen sie mit den Vasa nutritia in das Innere des Knochens ein und ver-

theilen sich in den *Havers'schen* Kanälen und dem Knochenmark. Die kleinen Nervenzweigchen führen theils markhaltige, theils marklose Fasern, von denen die letzteren wahrscheinlich als Gefässnerven, die ersteren als sensible und trophische Fasern zu deuten sind. Die Endigungsweise der Nervenfasern im Inneren des Knochens ist noch völlig unbekannt. Im Periost hat man an mehreren Oertlichkeiten *Pacini'sche* Körperchen aufgefunden, so namentlich in der Gegend des Hiatus canalis Fallopiae, an den Querfortsätzen des 1. und 2. Halswirbels, am hinteren Ende der ersten Rippe und an den verschiedensten Stellen der Extremitätenknochen. —

Die Entstehung und das Wachsthum der Knochen. Es kommen dabei zwei verschiedene Gesichtspunkte in Betracht. *Erstens* handelt es sich um die Beantwortung der Frage: Wie bildet sich überhaupt der Knochen, welche histologischen Vorgänge werden dabei beobachtet? und *zweitens:* Wie kommt es zu der bleibenden Form, welche einem jeden Knochen im Ganzen und in seinen einzelnen Theilen eigen ist? Indem wir uns zuvörderst der Erörterung der ersten Frage zuwenden, muss bemerkt werden, dass im Embryo die Skeletknochen vor ihrer Bildung zum grösseren Theile durch eine Knorpelanlage vertreten sind und sich gewissermassen an die Stelle derselben setzen; andere Knochen aber entwickeln sich aus einer bindegewebigen Grundlage heraus, ohne dass früher Knorpel an ihrem Platze war. Man hat vor nicht zu langer Zeit noch eine wesentliche Verschiedenheit in dem Entwicklungsmodus der Knochensubstanz aus diesem Verhältnisse abgeleitet und daher nach ihrer Entstehungsweise die sämmtlichen Knochen in *primäre* oder *knorpelig vorgebildete* und in *secundäre, Deck-* oder *Belegknochen* eingetheilt. Von diesem Gesichtspunkte aus gehören zu der ersteren Abtheilung die sämmtlichen Knochen des Stammes und der Extremitäten, sowie der grösste Theil der Schädelbasis (das Hinterhauptbein mit Ausnahme eines Theiles der Schuppe, das Keilbein, das Felsenbein mit den Gehörknöchelchen, das Siebbein und die untere Nasenmuschel). Zu den secundären oder Belegknochen gehören die Seitentheile des Schädels, das Schädeldach und fast alle Gesichtsknochen.

Es hat einer grossen Anzahl trefflicher und umfassender Arbeiten bedurft, bis man dahin gelangt ist, den sicheren Nachweis zu führen, dass trotz dieser, scheinbar grundsätzlichen Verschiedenheit in der Entstehung der Knochen, doch ganz allgemein ein und das-

selbe Bildungsgesetz zu Grunde liegt, und dass die Erscheinungen bei der Entwicklung der sogen. primären Knochen nur dadurch complicirt werden, dass gleichzeitig mit ihr der vorher dagewesene Knorpel der Zerstörung anheimfällt. Neben den älteren Arbeiten von *Hassal, Kölliker, Virchow, Baur, Bruch, H. Müller* und Anderen, welche eine genaue Einsicht in die Vorgänge bei der Knochenbildung angebahnt haben, liegen eine grosse Anzahl von Untersuchungen neuen und neuesten Datums vor, welche diesen verwickelten Process in einer sehr erfreulichen Weise aufgeklärt haben; es sind besonders zu nennen die Arbeiten von *Gegenbauer, Waldeyer, Kölliker, Strelzoff, Steudener, J. Wolff.*

Allerorts, wo Knochensubstanz entsteht, geschieht dies unter Vermittlung von eigenthümlichen Zellen, deren Bildung und Vermehrung innerhalb einer blutgefässreichen Grundlage stets dem werdenden Knochen vorausgeht. Man hat für diese Zellen den Namen *Osteoblasten**) (*Gegenbauer*) eingeführt. Sie entwickeln sich von Anfang her immer an ganz bestimmten, umgrenzten Stellen und wuchern von da in gewissen Richtungen und in continuirlicher Ausbreitung weiter fort. Da ihrem Auftreten immer alsbald die Knochenbildung nachfolgt, so nimmt auch diese regelmässig von gewissen Punkten ihren Ausgang und schreitet auf den Wegen, welche ihr durch die Osteoblasten vorgezeichnet sind, allmälig vorwärts. Diese Ausgangsstellen der Knochenbildung sind schon lange unter dem Namen der *Ossificationspunkte* bekannt.

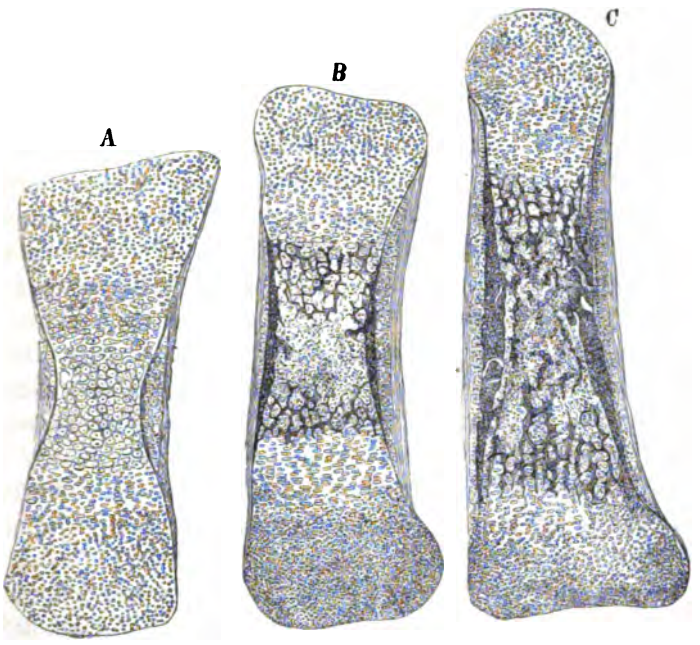
Indem wir im Sinne unserer Erörterungen auf Seite 113 u. ff. unentschieden lassen, ob die Knochensubstanz durch Umwandlung und Erhärtung der peripheren Theile der Osteoblasten entstehe, oder ob sie eine Ausscheidung derselben darstelle, welche in sich selbst noch gewisse Umwandlungen erleiden kann, bis sie ihre bleibende Beschaffenheit erlangt hat, gehen wir an die Beschreibung der zu beobachtenden Thatsachen.

An den knorpelig präformirten Knochen haben wir einen zweifachen Vorgang in's Auge zu fassen; der eine bezieht sich auf die Bildung der Knochensubstanz im Bereiche des vorhandenen Knorpels und auf das gleichzeitige Zugrundegehen des letzteren — *enchondrale* (*intracartilaginöse*) *Ossification.* — der zweite auf die Ent-

*) Man schreibt auch und zwar ebenso richtig Osteoplasten (von πλάττω ich forme.)

stehung von Knochensubstanz in der unmittelbaren Umgebung dieses Knorpels unter dem direkten Einflusse des Perichondriums — *perichondrale* oder *periostale Ossification*. Zum Behufe der Untersuchung fertigt man sich aus entkalkten Röhrenknochen von Embryonen oder jugendlichen Individuen Durchschnitte nach der Längen- oder

Fig. 30.



Die ersten Veränderungen in dem primordialen Knorpel bei der Verknöcherung in drei aufeinander folgenden Stadien, wie sich dieselben an Längsschnitten von Röhrenknochen zeigen.

A. Metatarsus der grossen Zehe von einem 10 Wochen alten menschlichen Embryo.
B. Mittel-Phalanx des vierten Fingers von einem 14 Wochen alten menschlichen Embryo.
C. Grund-Phalanx des kleinen Fingers von einem 14 Wochen alten menschlichen Embryo.
Sämmtliche Durchschnitte sind an Objekten, die vorher lange in Chromsäure gelegen waren, in der Richtung vom Dorsum gegen die Vola, durch die Achse des Knochens geführt und nach Carmin-Hämatoxylin-Tinction in Damarlack eingeschlossen worden. (Mit Hartnack Syst. II. Ocul. 2 gezeichnet; Vergrösserung bei allen drei Abbildungen 27fach.)

Querdimension an; dieselben können sofort zur Beobachtung (unter Zusatz von verdünntem Glycerin) verwendet werden. Es ist jedoch von grösstem Nutzen, die Schnitte vorher mit Carmin und darauffolgend noch mit Hämatoxylin zu tingiren (*Strelzoff*).

Die ersten Veränderungen, welche am primordialen Knorpel

[illegible] vor sich gehen, bestehen darin, [illegible] Diaphyse die Knorpelzellen sich be- [illegible] zwischen ihnen befindliche Grundsub- [illegible] reducirt wird. In der letzteren sieht man [illegible] von der Einlagerung von Kalksalzen [illegible] Knorpels gibt sich auch dem freien Auge [illegible] und ist nichts anderes, als der *Ossi-* [illegible] *Strelzoff* besser bezeichnet, der *Verkalkungs-* [illegible] unter und über dem Verkalkungspunkte [illegible] ihr Wachsthum nicht nur der Länge, [illegible] fortsetzen, während in dem grosszelligen [illegible] Wachsthum desselben sistirt ist, bildet sich [illegible] eine deutlich sichtbare Einschnürung.

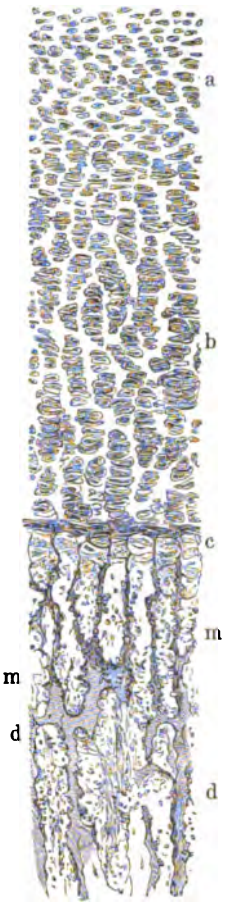
[illegible] sieht man an dieser Stelle zwischen der [illegible] Knorpels und dem Perichondrium eine [illegible] auftreten, welche vorwiegend aus rundlichen [illegible] versehenen Zellen zusammengesetzt ist; [illegible] *Gewebe*, welches als innerste Schichte des [illegible] aufgefasst werden kann. Die erwähnten Zellen — [illegible] entwickeln sich, wie es scheint, durch direkte [illegible] aus den Bindegewebszellen des Perichondriums, liegen [illegible] mehreren Lagen dem verkalkten Knorpel oberflächlich [illegible] aber bald in das Innere desselben ein; dabei zerfällt [illegible] Knorpel, und es bildet sich in ihm eine centrale Höhle [illegible] durch das osteogene Gewebe und durch gleichzeitig von [illegible] eindringende Blutgefässe erfüllt wird. Es ist dies der [illegible] (*Strelzoff*) Fig. 30 B. — Er nimmt den mitt- [illegible] der Diaphyse ein und ist nach beiden Seiten hin von [illegible] grosszelligem Knorpel begrenzt.

[illegible] noch hier die Knochenbildung beginnt, hat sich schon aus [illegible] osteogenen Gewebe eine Lamelle von Knochensub- [illegible] entwickelt, welche den verkalkten Knorpel wie eine Hülse umgibt [illegible] und die erste *perichondrale* Knochenanlage, die „*Grund-* [illegible] *perichondralen Knochens*“ (*Strelzoff*) darstellt. Allmälig [illegible] dieser von aussen her noch mehrere Knochenlamellen an, wo- [illegible] in allen Lamellen gleichmässig vorschreitenden Wachs- [illegible] nach der Längendimension die äussersten stets die kürzesten sind.

Während sich so die perichondrale Knochenrinde allmälig ver- [illegible] und verdickt, vergrössert sich auch die Markhöhle durch

fortschreitenden Zerfall des verkalkten Knorpels nach beiden Seiten hin, bis endlich auch hier die Knochenbildung beginnt (Fig. 30 C). Für diese *enchondrale* Verknöcherung ist das Verhalten des primordialen Knorpels von grösster Bedeutung, wesshalb wir zunächst einen Blick auf ihn werfen müssen (Fig. 31). Weit ab von dem primordialen Markraum ist der Knorpel bis auf seine Enden hin von unregelmässig gelagerten, kleinen, spindelförmigen Zellen durchsetzt (a). Näher gegen den Markraum hin werden die Zellen allmälig grösser und ordnen sich zu Reihen, zwischen denen zu beiden Seiten die Grundsubstanz in Form eines schmalen Balkens erscheint; zwischen den Zellen einer Reihe wird die hyaline Grundsubstanz immer spärlicher (b). Noch näher heran werden die Zellen theils blasig aufgetrieben, theils gegen einander abgeplattet; die in einer Reihe liegenden berühren sich nun unmittelbar, da die dünnen Septa von Grundsubstanz zwischen ihnen geschwunden sind. In nächster Nähe des Markraumes findet man die Grundsubstanz durch Einlagerung von Kalksalzen getrübt (c), die Knorpelzellen in einem molecularen Zerfall begriffen. Die länglichen Knorpelhöhlen, welche einer Reihe von Zellen entsprechen, öffnen sich endlich gegen den Markraum hin und das Markgewebe sammt den Blutgefässen dringt in dieselben hinein. Es formt sich also aus jeder dieser confluirten cylindrischen Knorpelhöhlen eine *Ausbuchtung des Markraumes* gegen den Knorpel hin, welche noch ringsum von der verkalkten Knorpelgrundsubstanz umgeben ist. Die letztere erscheint natürlich auf dem Querschnitt des Knochens in Form von geschlossenen Ringen (Fig. 32 A); auf dem Längsschnitt als der Länge nach ziehende Balken (Fig. 31 d),

Fig. 31.



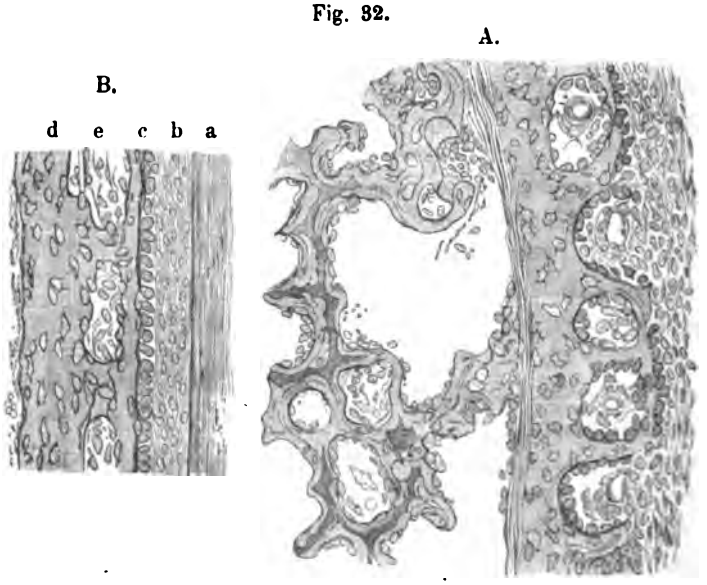
Uebersichtsbild über die Beschaffenheit des epiphysären Knorpels und der Verknöcherungszone in späteren embryonalen Stadien. Aus einem Längsdurchschnitte durch den Oberschenkelknochen eines nahezu geburtsreifen Katzenembryo.

a. Bereich der kleinen, regellos zerstreuten Knorpelzellen.
b. Bereich der reihenartigen Anordnung der Knorpelzellen.
c. Verkalkungszone — zugleich Grenze der Verknöcherung.
d. Enchondral gebildete Knochenbalken.
m. Markräume.
(Hartn., Syst. IV. Ocul. 2.)

welche aus der Substanz des Knorpels in den Markraum hineinragen.

Die Wände der Markraumbuchten erlangen darum eine grosse Wichtigkeit, weil sich an ihren freien Flächen die neugebildete Knochensubstanz anlagert, und an ihnen gewissermassen eine Stütze findet. Dies geschieht in der Weise, dass die osteogenen Zellen des Markes sich nach Art eines Epithels an die Flächen der Markraumbuchten anlagern und zunächst einen Beleg von Knochensubstanz an diesen erzeugen. Wäh-

Fig. 32.



Aus Durchschnitten durch die Diaphysen entkalkter Oberschenkelknochen eines nahezu geburtsreifen Katzen-Embryo. A. quer zur Längsachse des Knochens. B. Parallel zu derselben geführt.

a. Aeussere, b. innere Bindegewebslage der Beinhaut. c. Schichte der Osteoblasten. d. Enchondral entwickelter Knochen. e. Markräume. (Hartnack, System VII. Ocul. 2.)

rend die Osteoblasten anfänglich diesem Knochenbeleg oberflächlich aufliegen, werden sie bei der fortwährenden Dickenzunahme desselben allmälig von Knochensubstanz umschlossen, und es kommt so jede einzelne von ihnen in einen abgeschlossenen Hohlraum der letzteren zu liegen, welcher nichts anderes ist, als ein Knochenkörperchen; der Osteoblast bildet nun den zelligen Inhalt desselben, die Knochenzelle. Indem dieser ganze Prozess zu beiden Seiten des primordialen Markraumes fortwährend weiter greift, kommt es zur Bildung einer ganzen Reihe von röhrenförmigen Knochenlamellen, welche allseitig

unter einander in Zusammenhang stehen; die zuerst gebildeten, also gegen die Mitte der Diaphyse zu gelegenen Lamellen nehmen dabei an Dicke zu, während zugleich die von ihnen umschlossenen Markräume grösser werden. An allen diesen Lamellen kann man noch sowohl am Längsschnitt, als auch am Querschnitt eine centrale Lage von Knorpelsubstanz erkennen (Fig. 32 A), welche sich besonders durch Hämatoxylinfärbung deutlich hervorhebt. Dieser Einschluss von Knorpelresten kennzeichnet den enchondral entstandenen Knochen. In den jungen Lamellen ist sie stärker, in den älteren nimmt sie zusehends ab, bis sie endlich ganz verschwindet. Wie dies geschieht, ist noch völlig unaufgeklärt. *Strelzoff* vermuthet, dass der Druck der seitlich neu angelagerten Knochensubstanz die Veranlassung dazu abgeben dürfte.

Wir haben nun des *Inhaltes der Markräume* zu gedenken. Die Ausfüllungsmasse des primordialen Markraumes, welche, wie wir gesehen haben, sich aus der osteogènen Schichte des Periostes heraus entwickelt hat, gibt das Muttergewebe für das *fötale Knochenmark* ab. Es scheint, dass aus ihren zelligen Elementen sowohl die Osteoblasten, welche die endochondrale Knochenbildung vermitteln, entstammen, als auch jene lymphoiden Zellen, welche wir bereits als die eigentlichen Markzellen kennen gelernt haben. Von manchen Seiten wird allerdings die Ansicht vertreten, dass die Markzellen Abkömmlinge jener Knorpelzellen seien, welche bei Eröffnung der cylindrischen Knorpelhöhlen an der Ossificationsgrenze in den Markraum einbezogen werden. Da indessen an diesen Knorpelzellen keine Anzeichen einer Proliferation nachgewiesen werden können, im Gegentheile sogar an ihrer Stelle häufig eine formlose moleculäre Masse gefunden wird, oder einzelne von ihnen in ganz geschrumpftem Zustande in den Markraumausbuchtungen sichtbar werden, so fehlt jede Berechtigung, ihnen die Rolle von gewebsbildenden Elementen zuzuschreiben. Andererseits kann man das Fortwuchern der Markzellen von dem primordialen Markraum her continuirlich verfolgen; es hält gleichen Schritt mit der auf demselben Wege vorschreitenden Bildung der *Blutgefässe* des Markes. Im Inneren des Markes ein ziemlich dichtes Netz darstellend, begrenzen sich die Gefässe an der Verknöcherungsstelle in Form von Schlingen, welche in die vorerwähnten Markraumbuchten hineinragen; die zuführenden Schenkel dieser Schlingen stellen unverzweigte Endarterien dar (*Langer*).

Wenden wir uns nun wieder der *perichondralen* Verknöcherung

zu, so fällt hier zunächst die Bildung der *Havers'schen Kanäle und Lamellensysteme* auf. Dieselbe lässt sich sehr schön an Querschnitten embryonaler Knochen verfolgen (Fig. 32 A). Man sieht da, dass jene Knochenschichten, welche der *Strelzoff*'schen Grundschichte aufgelagert sind, gegen das Perichondrium zu sich nicht in einer fortlaufenden Fluth begrenzen, sondern ab und zu mit mehr weniger tief greifenden Einbuchtungen versehen sind. Diese sind, wie die ganze Oberfläche der Knochenrinde, mit epithelartig geordneten Osteoblasten bedeckt. In der Mitte der Bucht ist ein Blutgefäss sichtbar. An anderen Stellen hat die Reihe der Osteoblasten bereits das ganze Blutgefäss umhüllt und endlich wird die Bucht selbst, mit ihr die Zellen und das Blutgefäss von Knochensubstanz eingeschlossen. Die Osteoblasten stellen somit auch hier ein Analogon des Knochenmarkes dar, welches zu Beginn seiner Bildung keinem *Havers'schen* Kanale fehlt. Von ihnen aus geht auch die Bildung der Lamellensysteme, indem die sich immer wieder reproducirenden Osteoblasten durch die schichtenweise neu angelagerte Knochensubstanz eingeschlossen und so zu Knochenzellen umgewandelt werden.

Nachdem der Verknöcherungsprozess in der Diaphyse schon bedeutende Fortschritte gemacht hat, treten erst, bei einigen Knochen früher, bei anderen später, in den Epiphysen die Verknöcherungspunkte auf. Sie werden vorbereitet durch eine Anzahl von gefässführenden Knorpelkanälen, welche theils von der Oberfläche des Knochens, theils aber auch von der Ossificationsgrenze der Diaphyse her gegen das Centrum des epiphysären Knorpels vordringen und sich mehr und mehr ramificiren. Auch hier bildet sich zunächst ein Verkalkungspunkt, dann ein centraler Markraum, mit welchem die Knorpelkanäle zum Theil zusammenfliessen, und von welchem aus im Wesentlichen nach denselben Gesetzen die enchondrale Knochenbildung vor sich geht, wie in der Diaphyse. Die Verknöcherungsgrenzen in der Epiphyse und Diaphyse nähern sich in Folge dessen einander und werden endlich nur noch durch eine verhältnissmässig dünne Knorpelplatte — den *Epiphysenfugenknorpel* — von einander getrennt. Dieser erhält sich so lange, bis das Wachsthum des Knochens vollendet ist. Dann aber verkalkt er gänzlich und bildet sich zu einer von *Havers'schen* Kanälen durchzogenen Knochenplatte um, welche den Epiphysen- und Diaphysen-Antheil des Röhrenknochens mit einander vereinigt.

Die *nicht knorpelig* vorgebildeten Knochen — die *Deckknochen*

entwickeln sich, wie bereits erwähnt, nach denselben Gesetzen, welche bisher beschrieben worden sind. Der wesentliche Unterschied ist darin gelegen, dass sie sich aus einer bindegewebigen Grundlage, welche dem häutigen Theile des Primordialkranium unmittelbar aufgelagert ist, heraus entwickeln. Man spricht daher auch von einer *intermembranösen Knochenbildung.* Das erste Auftreten eines Ossificationspunktes ist hier dadurch gekennzeichnet, dass sich innerhalb einer, dem osteogenen Gewebe ganz ähnlichen Substanz strahlig angeordnete, mitunter verzweigte, bindegewebige Bälkchen hervorheben, welche bald durch Aufnahme von Kalksalzen fester und härter werden. In etwas späteren Stadien bemerkt man, wie die Osteoblasten sich an die Peripherie dieser Bälkchen anlagern, worauf es bald zur Bildung einer, das ganze Bälkchen umschliessenden Knochenrinde kommt. Indem die bindegewebigen Balken sich netzartig unter einander verbinden, aber auch fortfahren, sich in radiärer Richtung zu verlängern, die Osteoblasten gleichzeitig mit ihnen weiter vordringen und die Knochenbildung in dieser Weise ihren Fortgang nimmt, so findet man in späteren Stadien der embryonalen Entwicklung den Deckknochen in Form einer dünnen, aus netzartig geordneten Knochenbalken bestehenden Platte, von bindegewebigen Bildungen umschlossen. Diese Knochenplatte ist in der Mitte, in dem ursprünglichen Ossificationspunkte, am dicksten, wird gegen die Peripherie hin immer dünner, bis endlich an ihrem äussersten Umfang die vorhin beschriebenen Bindegewebsbälkchen mit ihrem Belag von Osteoblasten erscheinen, welche das weitere Fortschreiten der Verknöcherung vorbereiten. Man sieht in diesen Fällen, dass jedes dieser Bindegewebsbälkchen in der Richtung eines bereits verknöcherten Balkens gelagert ist, ja geradezu aus der Axe eines solchen hervorgeht und sich peripheriewärts unter deutlicher Auffaserung in das umliegende Bindegewebe verliert. Die Zwischenräume zwischen den netzförmig geordneten Knochenbalken werden durch ein blutgefässreiches Markgewebe ausgefüllt, welches aus der Wucherung des erst gebildeten, osteogenen Gewebes hervorgegangen ist.

Aus dieser kurzen Darstellung, welche im Wesentlichen mit den Untersuchungsresultaten *J. Wolff's* übereinstimmt, kann man ersehen, dass bei der intermembranösen Knochenentwicklung die radiär angeordneten Bindegewebsbalken gewissermassen dieselbe Rolle spielen, wie die Grundsubstanz des Knorpels bei der endochondralen

Verknöcherung; sie geben die Leit- und Stützgebilde ab für die nach der Peripherie hin erfolgende erste Ablagerung von neuem Knochengewebe.

Hat sich in dieser Weise der Deckknochen bis auf ein gewisses Mass nach der Fläche hin ausgebreitet, so erfolgt dann erst durch Auflagerung von Knochenlamellen von dem Perioste her die Bildung der compacten Substanz und mit ihr tritt der hauptsächlichste Faktor für ihre Zunahme nach der Dicke ein.

Nachdem bis nun die wesentlichsten, histologischen Vorgänge, welche die Neubildung von Knochensubstanz begleiten, geschildert worden sind, soll noch in Kürze einiger Momente Erwähnung geschehen, welche bei dem *weiteren Wachsthum* der Knochen in Betracht kommen. Ein tieferes Eindringen in dieselben ist derzeit auf kurz bemessenem Raume nicht möglich, weil bei dem lebhaften Widerstreit der verschiedensten Anschauungen eine ausführliche Darlegung einer jeden einzelnen erforderlich wäre, um den gegenwärtigen Stand der Knochenwachsthumsfrage genügend zu beleuchten.

Die wichtigste Frage, welche einer endgiltigen Beantwortung harrt, betrifft die Art und Weise, in welcher die Volumszunahme der Knochen erfolgt. Seit langer Zeit stehen sich in dieser Hinsicht zwei Anschauungen gegenüber. Die eine besagt: Wenn der Knochen wächst, so geschieht dies nur durch *seitliche Anlagerung neu gebildeter Knochenlamellen* (*Appositionstheorie*). Die andere Anschauung gibt der Möglichkeit Raum, dass eine *Volumszunahme der bereits gebildeten Knochensubstanz* gesetzmässig erfolge, gewissermassen durch Expansion ihrer eigenen Masse (*interstitielles Knochenwachsthum*). Die Beweismittel, welche die Entscheidung in dem einen oder in dem anderen Sinne bringen sollten, sind der Hauptsache nach folgende: Die Fütterung wachsender Thiere mit Krapp (welcher Farbstoff in den Knochen sich ablagert), ferner die Markirung gewisser Dimensionen des wachsenden Knochens durch angelegte Stifte oder Ringe und deren spätere Controlirung, endlich die mikrometrische Messung der Abstände benachbarter Knochenkörperchen in verschiedenen Wachsthumsperioden. Alle diese Versuche haben in den Händen verschiedener Forscher geradezu zu entgegengesetzten Resultaten geführt, weshalb auch eine Einigung nicht erzielt werden konnte.

Eine zweite Controverse bezieht sich auf die Bildung der grossen Markhöhlen in den Röhrenknochen. Da, wie wir gesehen haben, im Embryo dort, wo später die Markhöhle liegt, die cylindrischen Knochenröhren des endochondralen Ossificationsprozesses

sich befinden, so frägt es sich, in welcher Weise dieselben zum Verschwinden gebracht werden. Seit *Hunter* hatte sich schon in den weitesten Kreisen die Ueberzeugung geltend gemacht, dass die endochondral entstandenen Knochenlamellen *wieder der Resorption anheimfallen*, also nur *transitorische* Bildungen seien und dass an ihrer Stelle der centrale Markraum entstehe. In neuerer Zeit wird aber von mehreren Forschern (letzthin insbesondere durch *Strelzoff*) das Vorkommen einer Resorption der einmal gebildeten Knochensubstanz völlig in Abrede gestellt. Die Entstehung der centralen Markhöhle wird vielmehr auf eine Erweiterung der ursprünglich vorhandenen Markräume zurückgeführt, indem die die letzteren begrenzenden Knochenlamellen sich allmälig durch interstitielles Wachsthum expandiren, und nach der Peripherie hin verschoben werden, so dass sie sich endlich an die perichondral entstandene Knochensubstanz anlegen. Es scheint mir, dass beide Vorgänge, die Resorption sowohl, als auch eine gewisse Verschiebung der einzelnen Knochenbalken in der That neben einander einhergehen.

Ein dritter, nicht minder wichtiger Punkt betrifft die Frage, in welcher Weise sich gewisse Räume, Spalten, Kanäle und Löcher, welche ringsum von Knochen eingeschlossen sind, während des Wachsthums vergrössern. In dieser Beziehung hat *Kölliker* jüngst eine Reihe von Untersuchungen veröffentlicht, aus welchen sich ergibt, dass an allen den betreffenden Oertlichkeiten, sowie überhaupt dort, wo es im Laufe des Wachsthums zu Formveränderungen an der Oberfläche der Knochen kommt, eine *äussere Resorption* von Knochensubstanz stattfindet. An diesen, von *Kölliker* als *typische Resorptionsflächen* bezeichneten Stellen beobachtet man ganz constant das Vorkommen der sogenannten *Howship'schen Lakunen* d. i. zahlreicher kleinerer oder grösserer, flacherer oder tieferer Grübchen, durch welche die betreffende Knochenfläche wie angenagt erscheint. In diesen, namentlich für pathologische Knochenresorption schon lange bekannten Vertiefungen fand nun *Kölliker* allerwärts grosse vielkernige Zellen eingelagert — die Riesenzellen der Autoren, welche jedoch *Kölliker* nach der ihnen für diese Oertlichkeit zukommenden Bedeutung als *Osteoklasten* (*Knochenbrecher*) bezeichnet. Sie sind Abkömmlinge der Osteoblasten, haben eine unregelmässige Gestalt und sind häufig an der der Oberfläche des Knochens zugewendeten Seite mit einem glänzenden, leicht gestreiften Saum oder mit cilienartigen Anhängen versehen. Die Osteoklasten bilden nach *Kölliker* den

hauptsächlichsten Faktor bei der Knochenresorption, indem sie, wahrscheinlich durch continuirlichen Druck auf die Oberfläche des Knochens den Schwund desselben herbeiführen. Derselbe Vorgang, wie an der Oberfläche der Knochen, führt nach *Kölliker* auch die Resorption der endochondralen Knochenlamellen behufs Bildung des Markraumes herbei. Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass diese Entdeckungen *Köllikers*, ebenso wie sie von mehreren Seiten bestätiget worden sind, auch einzelne ganz entschiedene Gegner — insbesondere *Strelzoff* — gefunden haben.

Anhang.

Das Fettgewebssystem.

Schon in frühen Perioden des Embryonallebens entwickelt sich bei allen Wirbelthieren an gewissen, übereinstimmenden Stellen des Körpers (Nierengegend, Ansatzstellen der Extremitäten, Hals) eine eigenthümliche Gewebsform, welche im Laufe der Entwicklung allerdings eine verschiedenartige Ausbreitung und Anordnung erfährt, immer aber ihre wesentlichen, histologischen Charaktere beibehält. Es ist dies das Fettgewebe. Von diesem muss auseinander gehalten werden das Vorkommen einzelner oder zu Gruppen geordneter, fetterfüllter Zellen, welche Bestandtheile anderer Gewebe sind, wie wir denselben namentlich häufig im fibrillären Bindegewebe, aber auch andererorts unter Umständen begegnen. Die *Merkmale des Fettgewebes* lassen sich in folgenden Punkten zusammenfassen.

1. Entwicklung des Gewebes von bestimmten, allen Thierklassen gemeinsamen Ausgangspunkten und gesetzmässige Ausbreitung desselben für jede Thiergattung.

2. Anordnung des Gewebes zu Läppchen, welche untereinander in genetischer Beziehung stehen.

3. Das Fettgewebe besitzt ein selbständiges, reich und typisch entwickeltes Blutgefässsystem.

4. Die Funktion des Fettgewebes in seiner Gesammtheit besteht während des regelrechten Ablaufes des thierischen Lebens in der Bereitung, Anhäufung und dem Wiederverarbeiten von Fett; seine anatomische Bedeutung findet es häufig als Polsterungs- und Ausfüllungsmittel zwischen anderen Körperbestandtheilen.

5. Das Fettgewebe persistirt als solches unter allen Ernährungsverhältnissen des Körpers, wenngleich seine Massenentfaltung und sein äusseres Aussehen den erheblichsten Variationen unterliegen kann.

Anhäufungen von fetterfüllten Zellen, welche nicht zum Fettgewebe zu rechnen sind, unterscheiden sich von dem Fettgewebe durch folgende Umstände:

1. Es fehlt die Constanz der Oertlichkeit und die typische Anordnung zu Läppchen.

2. Die Zellen waren vor ihrer Fettfüllung integrirende Bestandtheile eines anderen Gewebes und können, wenn das Fett aus ihnen geschwunden ist, zu ihrem früheren Charakter und ihrer früheren Funktion zurückkehren.

3. Ein selbständiges Blutgefässsystem fehlt; sind überhaupt Blutgefässe in ihrer Umgebung vorhanden, so gehören sie dem Gewebe an, dessen Bestandtheile die Zellen sind.

Behufs der ersten Orientirung über die histologischen Verhältnisse des Fettgewebes wendet man sich mit Vortheil an ziemlich abgemagerte Individuen, von welchen man aus der Achselhöhle oder aus dem Retroperitonealraum u. s w. sich eine kleine Portion des Gewebes entnimmt und mittelst feiner Nadeln die einzelnen Läppchen sorgfältig isolirt. Ganz kleine Läppchen kann man in toto auf den Objektträger bringen, grössere müssen vorher etwas auseinander gezogen oder zertheilt werden. Als Zusatzflüssigkeit ist am besten Jodserum, im Nothfalle auch 1% Chlornatriumlösung zu benützen. Die Untersuchung des Fettgewebes von wohlgenährten Individuen ist bei weitem umständlicher; es ist hier geboten, die Injektion der Blutgefässe vorhergehen zu lassen, und sodann durch Aether oder Benzin den grössten Theil des Fettes aus den Zellen zu extrahiren, was wieder nur nach vorhergegangener Durchtränkung des Gewebes mit Alkohol thunlich ist. In allen Fällen müssen Durchschnittspräparate des gehärteten Objektes die Beobachtung ergänzen.

Die *Läppchen* des Fettgewebes sind in ihrer Form und Grösse je nach dem Ernährungszustande des Individuums und auch nach der Oertlichkeit bedeutenden Variationen unterworfen. Sie sind bald kugelig oder ellipsoidisch, bald mehr weniger abgeplattet und in die Länge gezogen, nicht selten auch strangförmig; dabei ist zu bemerken, dass ihre Gestalt wegen der grossen Weichheit ihrer Substanz in Folge von Lageveränderungen der umliegenden Theile bedeutenden Veränderungen unterworfen sein kann, ein Umstand, welcher in Bezug auf die mechanische Verwendung unseres Gewebes im Körper von höchstem Belang ist. Ein jedes Läppchen besitzt eine Hülle von fibrillärem Bindegewebe, welches in der Regel eine einfache Kapsel um dasselbe herum formt; in gewissen Oertlichkeiten aber (häufig im subcutanen Fettgewebe) dringen aus demselben einzelne, hautartige Septa auch in das Innere des Läppchens eine Strecke weit hinein, so dass es unvollkommene fächerige Abtheilungen erhält.

Fig. 33.

Theil eines Fettgewebsläppchens aus der Achselhöhle eines sehr abgemagerten jungen Mannes, mit Nadeln isolirt, frisch mit Kochsalzlösung bereitet. (Hartnack, Syst. VIII. Oc. 2.)

Ein jedes Fettgewebsläppchen zeigt ein in sich völlig abgeschlossenes *Blutgefässsystem*, welches durch ein, selten durch zwei arterielle Gefässchen gespeist wird und in paarigen Venen seinen Abfluss findet. Sowie die Arterie in das Läppchen eingetreten ist, zerfällt sie rasch in mehrere Zweigchen, aus welchen dann in ununterbrochener Folge capillare Röhrchen abzweigen. Die letzteren sind verschiedentlich gekrümmt und stellen durch reichliche netzartige Anastomosen ein dichtes Maschenwerk her, welches gewissermassen die Stütze des ganzen Gewebes abgibt. In den rundlichen Capillarmaschen sind die *Fettgewebszellen* eingelagert, deren Eigenschaften bereits auf Seite 70 u. ff. besprochen worden sind. Ihr Verhältniss zu den Capillargefässchen schwankt mit dem Fettgehalt des ganzen Läppchens, weil davon gleichzeitig die Menge der vorhandenen formlosen Zwischensubstanz abhängig ist.

Hat man das Gewebe eines sehr abgemagerten Individuums vor

sich, so sieht man die einzelnen abgeplatteten, nur kleine Fetttröpfchen führenden Zellen ganz lose in den Capillarmaschen gelegen, es bleibt ein beträchtlicher, von formloser Zwischensubstanz erfüllter Raum zwischen ihnen übrig. Diese Zwischensubstanz ist im frischen Zustande vollkommen klar und durchsichtig und, wie man sich beim Zerzupfen rein isolirter Läppchen überzeugen kann, von zähflüssiger Beschaffenheit. Zusatz von Essigsäure bewirkt eine feinkörnige Trübung und Schrumpfung derselben. Es kann daher wohl kein Zweifel darüber bestehen, dass sie viel Schleim beigemengt enthält. Bei mässig abgemagerten Individuen enthalten die Fettgewebszellen noch eine ansehnliche Menge von Fett und füllen die Capillarmaschenräume mehr oder weniger aus, die Zwischensubstanz, wenngleich noch nach den obigen Kennzeichen leicht nachweisbar, tritt an Masse sehr zurück. Bei gutem Ernährungszustande sind die Fettgewebszellen völlig mit Fett erfüllt und lassen für die Zwischensubstanz nur sehr wenig Raum übrig. Sie liegen den Gefässcapillaren allerseits ganz innig an; die letzteren selbst sind, ausser im künstlich injicirten Zustande, gewöhnlich nur sehr schwer sichtbar, einerseits weil sie am herausgenommenen Objekte meist blutleer sind, andererseits aber wegen der optischen Eigenschaften des Fettes, welches nun die bei weitem grösste Masse des ganzen Gewebes ausmacht. Bemerkenswerth ist übrigens die mehrfach bestätigte Beobachtung, dass selbst bei gut genährten Individuen an der Peripherie der Fettgewebsläppchen häufig Zellen vorkommen, welche verhältnissmässig klein sind, weniger Fett enthalten und das Protoplasma deutlicher erkennen lassen, als die mehr central gelegenen Zellen.

Aus den angeführten histologischen Verhältnissen erklärt sich ganz gut das differente äussere Ansehen des Fettgewebes bei verschiedenen Ernährungszuständen. Die Fettgewebsläppchen stark abgemagerter Personen sind klein, schlaff und wegen des Vorwiegens der Gefässausbreitung meist gelblich roth, selbst dunkelroth gefärbt. Bei mässiger Abmagerung sind die Dimensionen der Läppchen entsprechend grösser, die Farbe je nach dem Blutgehalte eine gelbliche oder röthlichgelbe — es macht sich eben in diesem Falle der in dem Fette gelöste Farbstoff mehr bemerkbar. Bei wohlgenährten Individuen ist die Farbe des Fettgewebes eine rein weisse oder gelblich weisse, die Läppchen sind je nach der Beschaffenheit des umgebenden Bindegewebes mehr oder weniger prall gespannt. Die Unterschiede, welche in den äusseren Charakteren des Fettgewebes

mit Bezug auf das Alter des Individuums, auf die Oertlichkeit und mit Bezug auf die Thiergattung bemerkbar sind, beruhen zum Theil auf der verschiedenen chemischen Zusammensetzung des Fettes, auf dem verschiedenen Gehalt an Farbstoff und zum nicht geringsten Theile auf dem Verhalten des umliegenden Bindegewebes nach seiner Masse, Dichtigkeit und Anordnung.

Dass das Fettgewebe *Nerven* besitzt, kann keinem Zweifel unterliegen. Es gelingt nicht selten, das Eindringen markhaltiger Fasern an der Seite der Blutgefässe in das Innere eines Läppchens zu beobachten: über ihr weiteres Verhalten ist jedoch bisher nichts bekannt geworden.

Lymphgefässe habe ich zuerst an zahlreichen Präparaten *C. Langer's* in dem Fettgewebe von Fischen injicirt gesehen, später auch selbst in dem Fettkörper des Frosches und in dem subcutanen Fettgewebe des Menschen in Form von weitmaschigen Capillargefässen nachweisen können. Niemals jedoch war die Injektion so vollständig gelungen, dass die Gesammtanordnung derselben in einem Läppchen ersichtlich geworden wäre.

II. Kapitel.

Der active Bewegungsapparat.

I. Die Muskulatur mit quergestreiften Elementen.

Von jenen Muskeln des Körpers, deren wesentlichstes Formelement die quergestreifte Muskelfaser darstellt, zeigen die allermeisten, und zwar insbesondere die Skeletmuskeln im engeren Sinne einen der Hauptsache nach übereinstimmenden Bau. Es ist an ihnen zu berücksichtigen: der Aufbau des eigentlichen Muskelkörpers, die Ursprungsverhältnisse desselben an den Knochen und sein Uebergang in die Sehnen.

Um die Zusammensetzung eines Muskels zu studiren, benützt man am besten Querschnitte desselben, welche sich aus den in Alkohol gehärteten Objekten leicht anfertigen lassen. Für die all-

gemeine Uebersicht ist es zweckmässig, zunächst einen der langen Muskeln des neugebornen Kindes zu benützen, für die nähere Untersuchung der Details aber muss man sich an erwachsene Individuen wenden, und zwar ist es in Beziehung auf die letzteren empfehlenswerth, die Muskeln vor der Erhärtung in Alkohol durch einige Zeit in verdünnte Chromsäure zu legen.

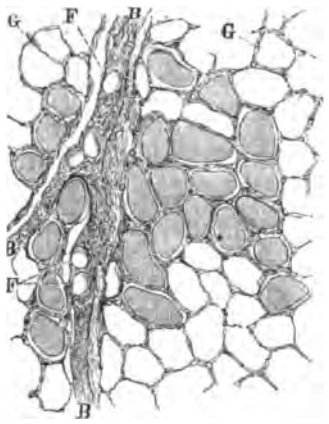
Als ganz allgemeines Gesetz für den Aufbau der Skeletmuskeln gilt, dass stets eine Anzahl vonMuskelfasern parallel zu einander verlaufend, durch eine vollständige Hülle aus fibrillärem Bindegewebe zu einem Bündel vereinigt werden. Solcher *primärer Muskelfaserbündel* wird nun wieder eine Anzahl durch eine stärkere Bindegewebshülle zu *secundären Bündeln* zusammengefasst; aus diesen bilden sich *tertiäre Bündel* u. s. w. Auf dem Querschnitt erscheint daher der Muskel durch derbere Bindegewebsstreifen in mehrere Felder getheilt, deren jedes wieder durch feinere Bindegewebssepta in mehrere Unterabtheilungen zerfällt. Man kann sich leicht die Ueberzeugung verschaffen, dass alle diese Scheidewände der verschiedenen Muskelbündel sowohl untereinander, als auch mit der gemeinsamen Bindegewebshülle des ganzen Muskels (Fascie) in fortlaufendem Zusammenhang stehen und ein ineinander geschaltetes Fachwerk darstellen. Von der verschieden mächtigen Ausbildung dieser Scheidewände (auch *Perimysium der Muskelbündel* genannt) hängt zum grossen Theile das makroskopische Aussehen der verschiedenen Muskeln ab, indem je nach derselben die einzelnen secundären und tertiären Muskelbündel dem freien Auge mehr oder weniger leicht unterscheidbar werden. Bei den sog. grobfaserigen Muskeln (*Gluteus maximus*) sind eben diese Scheidewände sehr stark entwickelt, während Muskeln mit mehr compactem, gleichartigem Aussehen, dünnere und zartere Perimysia besitzen. Dieselben bestehen aus fibrillärem Bindegewebe mit mehr weniger zahlreich eingestreuten elastischen Fasernetzen. Sie sind die Träger der Ramificationen der grösseren Gefäss- und Nervenstämmchen, welche den Muskel versorgen.

Untersucht man den Querschnitt eines einzelnen *primären* Muskelbündels bei stärkerer Vergrösserung (Fig. 34), so nimmt man sogleich wahr, dass niemals zwei Muskelfasern sich unmittelbar berühren, sondern dass jede einzelne für sich durch eine zarte bindegewebige Scheidewand umgeben ist. Diese, mit dem Perimysium des Muskelbündels in Zusammenhang stehende Hülle, welche also das *Perimysium der einzelnen Muskelfaser* darstellt, zeigt sich an Zupfpräparaten als ein äusserst zartes continuirliches Häutchen,

an dem man kaum eine fibrilläre Struktur erkennen kann. In ihm sind die Gefässcapillaren und die letzten Ausbreitungen der Nerven eingeschlossen. Eine noch grössere Wichtigkeit aber erlangen sie mit Rücksicht darauf, dass ihnen bei der Verbindung des Muskels mit der Sehne eine hervorragende Rolle zukommt.

Untersucht man lange, spindelförmige oder bauchige Muskeln in Bezug auf ihr *Verhältniss zur Sehne,* so sieht man sowohl bei einfacher Präparation, als auch an successiven Durchschnitten, dass sich die letztere nicht scharf gegen den Muskelkörper absetzt, sondern bald in mehrfache Bündel aufgelöst in das Innere des Muskelfleisches eindringt, bald aber als derberer hautartiger Belag (Sehnenspiegel) einen grösseren oder geringeren Theil der Oberfläche des letzteren überzieht. Dasselbe ist auch bezüglich der Ursprungsportionen vieler Muskeln leicht zu constatiren. Dadurch ist zunächst eine grössere Contactfläche zwischen Muskel und Sehne hergestellt, aber auch bedingt, dass die Fasern eines Muskels in sehr verschiedener Höhe ihren Anfang und ihr Ende finden können. (Bei den gefiederten Muskeln springt das Verhältniss noch mehr in die Augen, gilt aber auch für die platten Muskeln.)

Fig. 34.



Aus einem, quer zur Faserrichtung geführten Durchschnitt durch den zweiköpfigen Armmuskel des Menschen.

B. Durchschnitt einer stärkeren bindegewebigen Scheidewand. F. Fettzellen in derselben. Die Durchschnitte der membranösen Hüllen der Einzelnfasern bilden eine Art von Netzwerk, in dessen Maschen je eine Muskelfaser liegt (an vielen sind sie im Präparate herausgefallen.) In dem Netzwerk die Querschnitte von capillaren Blutgefässen (G).
(Hartnack, Syst. V. Ocul. 2.)

Was nun den histologischen Befund anbelangt, so habe ich durch zahlreiche Untersuchungen die Ueberzeugung erlangt, dass sich die Perimysia der einzelnen Muskelfasern direct in die Elemente des Sehnenfascikel fortsetzen. Man kann dies am sichersten erkennen, wenn man eine enthäutete Extremität eines kleinen Thieres (Kaninchen oder Meerschweinchen) auf 24 Stunden in eine sehr dünne Chlorgoldlösung (0,5 pro mille) bringt und dann nach gehörigem Auswaschen mit salzsaurem Wasser dieselbe durch mehrere Tage in einer Mischung von 1 Theil absoluten Alkohols und 2 Theilen Wassers liegen lässt. Zerzupft man dann das Sehnenende eines von den, in ihrer natürlichen Spannung erhaltenen Muskeln

in derselben Alkoholmischung (wobei man die Nadeln immer nur an die Sehnenstümpfe ansetzt), so erkennt man sehr leicht, dass jede einzelne Muskelfaser an ihrem Ende stumpf abgerundet oder mehr weniger zugespitzt ist und das Sarkolemma als eine in sich geschlossene Membran dem Endstück der Muskelfaser gerade so anliegt, wie allenthalben an ihrer Peripherie. Das Perimysium der Muskelfaser schliesst sich kelchartig über dem Ende der letzteren und läuft ohne Unterbrechung in das Bindegewebe der Sehne fort. In derselben Weise verhalten sich alle Muskelfasern an ihrem, der Sehne oder ihren Ausläufern unmittelbar zugewendeten Ende; aber auch dort, wo sich das Muskelfleisch direct an Skeletbestandtheile anheftet, gehen die Perimysia der einzelnen Fasern ohne Unterbrechung in das Bindegewebe des Periostes (Perichondriums) ein. Ganz ähnlich gestaltet sich auch das Verhältniss überall, wo Muskelfasern im Inneren des Muskelkörpers ihr Ende erreichen. Indem so eine jede Muskelfaser innerhalb eines ihr allseitig anliegenden, bindegewebigen Schlauches sich befindet, so werden alle Formveränderungen der ersteren auf den letzteren übertragen. Man hat sich demzufolge die Wirkung jeder einzelnen Muskelfaser nicht so vorzustellen, dass sie an einer Sehnenfaser, wie an einem Strange, ziehe, dass ihre Contraction nur mittelst ihrer beiden Enden auf die zu bewegenden Theile wirke; sie überträgt vielmehr entlang ihrer ganzen Oberfläche eine jede Veränderung nach der Länge und Dicke auf ihr Perimysium und dieses pflanzt im gegebenen Falle den Zug auf die Sehne fort, d. h. der Muskel gelangt zu seiner Wirkung *durch die Continuität des bei seinem Aufbau verwendeten Bindegewebes* von seinem Ursprung bis zu seiner Insertion.

In früherer Zeit wurde durch *Leydig* und *Reichert,* und jüngst noch durch *Wagener* der Zusammenhang zwischen Muskel und Sehne so dargestellt, dass das Sarkolemma der einzelnen Fasern sich direct in die Substanz der Sehne fortsetze. Dies ist nach den angegebenen Thatsachen gewiss unrichtig. Aber auch eine andere, von *Weismann, Herzig* und *Biesiadecky* u. A. herrührende und weit verbreitete Anschauung erschöpft das Verhältniss nicht vollständig, insoferne, als sie zwar die in sich geschlossene Endigung der Muskelfasern und ihres Sarkolemma's anerkennt, aber auf den continuirlichen Uebergang der Perimysia der einzelnen Muskelfasern in das Sehnengewebe nicht hinreichende Rücksicht nimmt. *Weismann* glaubte vielmehr gefunden zu haben, dass die Enden der Muskelfasern zum

Theil an einer ebenen Sehnenfläche, zum Theil aber in entsprechende Grübchen der letzteren eingekittet seien.

Die *Inscriptiones tendineae* mancher Muskeln sind ihrer Bedeutung nach nichts anderes, als in den Muskelkörper eingelagerte Sehnen, an denen eine Anzahl von Muskelfasern ihren Ursprung und andere ihr Ende nehmen.

Etwas abweichend von den Skeletmuskeln verhalten sich jene, welche der Haut oder anderen Weichgebilden angehören (Gesichtsmuskeln, Sphincteren, Zungenmuskeln). Es ist zwar die bündelförmige Anordnung der Fasern auch hier allgemein verbreitet, doch gehen die Richtungen der verschiedenen Muskelbündel in verschiedener Weise durch einander; es kommen häufig Durchflechtungen derselben vor (Zunge — Orbicularis oris), ja gegen das Hautende hin können sich die Bündel allmälig völlig auflösen, es kommt zu Durchkreuzungen der einzelnen Fasern selbst, welche dann vereinzelt in dem Bindegewebe der Haut auslaufen. Daraus ergibt sich von selbst, dass die Perimysia der einzelnen Muskelbündel nicht in so einfacher und constanter Beziehung zu einander stehen, wie an den Skeletmuskeln, andererseits aber auch, dass die einzelnen Hautmuskeln nicht so compacte in sich geschlossene Körper darstellen, wie das bei den Skeletmuskeln ganz allgemein der Fall ist. Die näheren Details über die Endigung dieser Muskeln im Bindegewebe sind noch nicht genauer erforscht; wahrscheinlich finden sich hier analoge Verhältnisse, wie sie bezüglich der Skeletmuskeln beschrieben worden sind. — Die eigenthümliche Anordnung der Muskulatur des Herzens wird noch betreffenden Ortes zur Sprache kommen.

Die *Blutgefässe* der quergestreiften Muskulatur sind ausserordentlich zahlreich. Die grösseren arteriellen und venösen Aeste dringen an bestimmten Stellen des Muskels ein, und verzweigen sich mit auf- und absteigenden Aesten in dem Bindegewebe desselben. Der Anordnung der Perimysia entsprechend, breiten sie sich weiter aus und zerfallen in dem Perimysium eines jeden primären Bündels in ihre Endäste, welche schief oder quer zur Richtung der Muskelfasern verlaufen. Von diesen Endästen aus breitet sich das Capillarsystem in sehr regelmässigen langgestreckten Maschen in dem Perimysium der einzelnen Fasern aus, so dass für jede Muskelfaser ein korbartiges Netz von Capillaren entsteht, welches indessen nirgends in directe Berührung mit dem Sarkolemma tritt, sondern ganz von dem Bindegewebe der Perimysia getragen wird.

Lymphgefässe kommen den Muskeln ebenfalls in reichlicher Ausbreitung zu. Sie folgen mit ihren Ramifikationen den Verästlungen der kleineren Blutgefässe, wie im Allgemeinen weiter unten beschrieben werden soll.

Ueber die *Nerven* der Muskulatur siehe Seite 225.

II. Die Muskulatur mit glatten Elementen.

Sie zeigt je nach den verschiedenen Oertlichkeiten, an welchen sie im Körper getroffen wird, eine ziemlich wechselnde Anordnung. Die grösste Verbreitung findet sie in Form von dünneren oder dickeren *Platten,* als welche sie, gewöhnlich eigene Schichten darstellend, in röhrenförmig angelegten Organen eingetragen ist. In dieser Weise erscheint die glatte Muskulatur am Magen und Darm, am Vas deferens, am Urether u. s. f. Die einzelnen Fasern einer solchen Muskelplatte sind dann durchgehends parallel zu einander geordnet und durch eine strukturlose Kittmasse mit einander verklebt. In grösseren Abständen sind solche Muskelplatten von Bindegewebssepimenten, welche stärkere Blutgefässe führen, durchbrochen und so in einzelne bündelartige Streifen getheilt. Manche von diesen Muskelplatten zeigen insoferne eine lockerere Fügung, als sie von reichlichem Bindegewebe durchzogen sind, wodurch zahlreiche kleine und aus wenigen Fasern bestehende Bündel entstehen, welche indessen alle eine gleiche Verlaufsrichtung besitzen. In anderen Fällen (wie in den Blutgefässen) sind diese Muskelschichten von mehr oder weniger reichlichen elastischen Fasernetzen durchsetzt. Sehr häufig sind in einem schlauchförmigen Organ mehrere solcher Muskelplatten eingefügt, welche dann meist dadurch sich von einander unterscheiden, dass die Fasern der einen senkrecht zur Verlaufsrichtung der anderen geordnet sind, und zwar zu allermeist so, dass die einen der Axe des Schlauches entsprechend, die anderen quer zu derselben verlaufen.

Eine andere Anordnung der glatten Muskulatur ist die *netzförmige.* Sie findet sich in besonders ausgezeichneter Entwicklung in der Wand der Harnblase und ist dadurch charakterisirt, dass die Fasern zu gröberen und feineren Bündeln geordnet sind, welche sich in den verschiedensten Verlaufsrichtungen durchkreuzen und

welche noch dadurch in eine besonders innige Verbindung gebracht werden, dass von den einzelnen Bündeln sich fort und fort Fasern abzweigen, welche sich dann an andere Bündel anlagern, so dass ein dichtes Flechtwerk resultirt, welches nur sehr schwer zu entwirren ist. Trotzdem kann an vielen Stellen eine oder die andere Verlaufsrichtung der Muskelbündel im Allgemeinen vorwiegend sein. Die ausgedehnte und von ihrem Epithel befreite Harnblase des Frosches ist für diese Muskelanordnung ein sehr passendes Beobachtungsobjekt. Man kann an ihr sogar Theilungen einzelner Muskelfasern unschwer erkennen.

In anderen Organen (Uterus und Prostata) bildet die glatte Muskulatur *voluminösere Massen,* welche sich im Ganzen durch eine vielfache Ueberkreuzung und Durchflechtung verschieden starker Muskelbündel auszeichnen.

Endlich kommen häufig glatte Muskelfasern in zerstreuten, mehr selbstständigen Bündeln, oder auch ganz vereinzelt im Bindegewebe eingelagert vor. Das erstere ist beispielsweise mit den Haarbalgmuskeln der Fall, das letztere in der Milz, in den Lymphdrüsen u. s. w. Mitunter laufen solche, mehr selbstständige Muskelbündel in feine Sehnen aus, welche fast ganz aus elastischen Fasern zusammengesetzt sind. Eine Vermischung der glatten mit quergestreifter Muskulatur kommt in der Regel nicht vor; an einzelnen Stellen jedoch, wo beide Muskelarten aneinander grenzen, z. B. in der Speiseröhre, am sogenannten Halse der Harnblase setzen sie sich nicht scharf von einander ab, sondern es vollzieht sich ein allmäliger Uebergang, indem Bündel von glatten und quergestreiften Fasern eine gewisse Strecke weit neben und durch einander verlaufen.

Die *Blutgefässe* der glatten Muskulatur verzweigen sich mit ihren grösseren Stämmchen in den bindegewebigen Dissepimenten; zwischen die Faserlagen selbst dringen nur capillare Gefässchen ein, welche daselbst weite, langgestreckte Maschennetze formen. Auch an *Lymphgefässen* ist die glatte Muskulatur ziemlich reich; sie formen mit ihren Capillaren gestreckte oder rundliche Maschen, welche mit denen der Blutgefässe sich überkreuzen; die stärkeren, abführenden Stämmchen liegen in den grösseren, bindegewebigen Scheidewänden.

Ueber die *Nerven* siehe unten Seite 228.

III. Kapitel.

Der Nervenapparat.

Es bildet *der Nervenapparat* oder *das Nervensystem* ein in sich zusammenhängendes Ganzes, doch sind seine Bestandtheile über den ganzen Körper verbreitet und durchdringen mit ihren Elementen fast alle Gewebe und Organe. Zum Theile sind es mehr oder weniger selbständige Körperbestandtheile, welche dem Nervenapparate angehören, wie das Rückenmark und das Gehirn, die Nervenstämme und die in ihren Verlauf eingeschaltenen Ganglien. Andererseits aber sind in den Aufbau der verschiedensten Organe des Körpers Formationen des Nervensystems einbezogen und besitzen innerhalb dieser eine gesetzmässige Ausbreitung und Anordnung.

Gehirn und Rückenmark, als die Organe, innerhalb welcher die Nervenfasern aus den Ganglienzellen entspringen, sich abtheilungsweise sammeln, um zu Nervenstämmen geordnet aus der Oberfläche auszutreten, in welchen ferner die complicirtesten Verbindungen zwischen den verschiedenen Theilen des Nervensystems hergestellt sind, werden als *Centralorgane* desselben bezeichnet. Sowie vom anatomischen Standpunkte aus, verdienen sie diese Bezeichnung auch in Rücksicht auf ihre physiologische Leistung. Der Aufbau dieser Centralorgane ist nicht durchwegs ein gleichartiger, gewisse Unterschiede in Farbe und Glanz, welche bestimmten Stellen eigenthümlich sind, verrathen schon Verschiedenheiten der Textur. Man unterscheidet in dieser Beziehung sowohl im Gehirn, wie im Rückenmark die *weisse* und die *graue* Substanz, erstere durch ihren grossen Gehalt an markhaltigen Nervenfasern, letztere durch das Vorwiegen von marklosen Fasern und Nervenzellen charakterisirt.

Von den Centralorganen aus laufen nach allen Regionen des Körpers hin die *Nervenstämme*, als Leitapparate jener Erregungen, welche entweder vom Centrum ausgehend auf peripher gelegene Theile übertragen, oder aber umgekehrt an der Peripherie ausgelöst dem Centrum mitgetheilt werden sollen. Zu dem Ende verzweigen sich die Nervenstämme, bis sie an die entsprechenden Organe gelangen und dringen mit ihren Zweigen von einer oder mehreren Stellen aus in das Innere derselben ein; hier erfolgt noch eine viel reichere Verästigung

sowohl der Nerven als ihrer einzelnen Fasern. Schliesslich treten sie entweder in gewisse morphologische Beziehungen zu den einzelnen Formelementen der Organe (quergestreifte Muskulatur), oder sie stehen mit mehr weniger *selbständigen Gebilden* in Verbindung, welche je nach ihrer Lage und specifischen Einrichtung befähigt sind, auf gewisse Vorgänge der Aussenwelt zu reagiren, und dem entsprechend in den Nervenfasern einen Erregungszustand herbeizuführen. Solche Gebilde, welche insbesondere den empfindenden Nerven zukommen, werden als *Nervenendapparate* bezeichnet. Von vielen Nerven ist uns überdies die letzte Endigungsweise völlig unbekannt.

Die *Ganglien*, welche den grösseren Nervenstämmen beigegeben sind und sich namentlich im Bereiche des sympathischen Nervensystems in grosser Zahl eingestreut finden, müssen zufolge ihres anatomischen Baues und ihrer (leider nur wenig gekannten) physiologischen Bedeutung den Centralorganen des Nervensystems an die Seite gestellt werden.

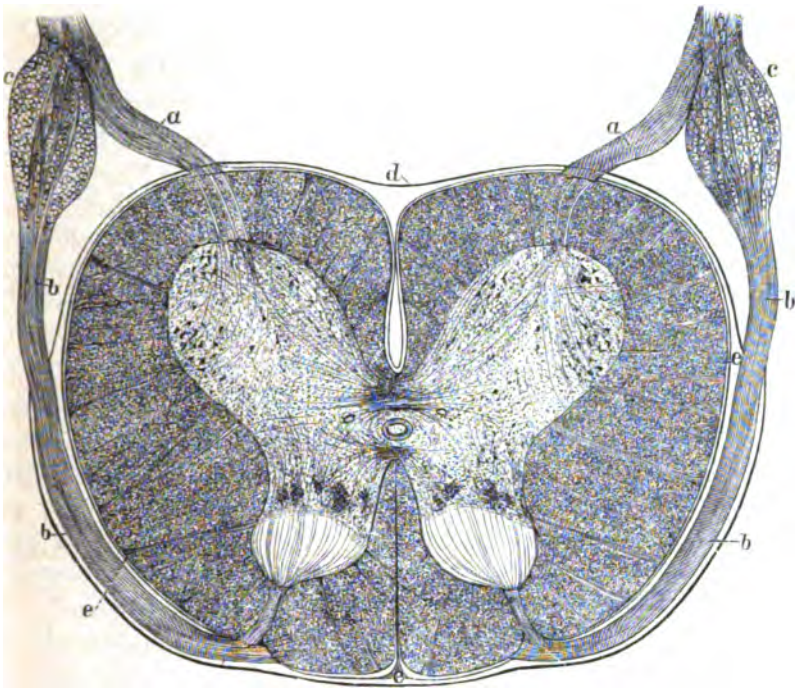
Bei der Untersuchung der verschiedenen Theile des Nervenapparates begegnen wir ausser den Elementartheilen, welche das Wesen derselben ausmachen, noch einem, dem Bindegewebe zugehörigen, *stützenden Gerüste*. Der Bau desselben ist namentlich in den Centralorganen und in den peripheren Endapparaten ein sehr complicirter und ganz eigenthümlicher, so dass seine genaue Erforschung mit zu den schwierigsten Aufgaben der Histologie gerechnet werden muss.

I. Das Rückenmark.

Es stellt bekanntlich ein strangförmiges Organ dar, welches durch eine *vordere* und eine *hintere Längsspalte (sulcus longitudinalis anterior* und *posterior)* in zwei unvollständig von einander geschiedene, symmetrisch geformte Hälften getheilt wird. Die graue und die weisse Substanz bilden, eine jede für sich, der ganzen Länge des Organs nach ein Continuum und sind so geordnet, dass die erstere die mittleren Partien einnimmt und von der letzteren wie von einem Mantel allseitig umschlossen ist. Die weisse Substanz ist jederseits durch zwei, an der Oberfläche ziemlich deutlich sichtbare, den Reihen der austretenden Nerven entsprechende Furchen (*sulcus lateralis anterior* und *posterior*) in einen *vorderen*, einen *seit-*

lichen und einen *hinteren* Strang getheilt und nimmt von Unten nach Oben zu sehr allmälig, aber stetig an Mächtigkeit zu. Im oberen Brusttheile und im Halstheile des Rückenmarkes ist der hintere Strang durch eine Furche in zwei Theile gespalten, von

Fig. 35.



Durchschnitt aus der Halsanschwellung eines, sammt seinen Häuten und den Intervertebralganglien in Chromsäure erhärteten Rückenmarkes (Katze). Um die vorderen und hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven so weit möglich in Continuität darzustellen, wurde der Schnitt durch die hintere Hälfte des Rückenmarkes in horizontaler, durch die vordere Hälfte aber in schief nach vorne abfallender Richtung geführt.

a. vordere, b. hintere Nervenwurzeln, c. Intervertebralganglien, d. Dura mater, e. Pia mater. (Die Arachnoidea konnte bei der angewendeten Vergrösserung nicht deutlich erkannt werden.) Die Abbildung ist mit Hülfe der Arbeitsloupe in 10facher Vergrösserung aufgenommen, die Details mit Hartnacks Syst. II. Ocul. 2 eingezeichnet. Die beiden Intervertebralganglien sind der Raumersparniss wegen etwas mehr gegeneinander geschoben worden, als der Wirklichkeit entspricht.

denen der mediale, kleinere als *zarter Strang* (*Burdach*) und der laterale, stärkere als *Keilstrang* bezeichnet wird.

Die graue Substanz nimmt in Form eines seitlich abgeplatteten Stranges die mittlere Partie einer jeden der beiden Rücken-

markshälften in Anspruch, bildet aber insofern ein Ganzes, als die beiden grauen Stränge (gewöhnlich *Säulen* genannt) durch ein *frontal* gestelltes Markblatt (*Commissur*) unter einander in Zusammenhang stehen. Das Genauere über ihre Formverhältnisse lässt sich am besten an Querschnitten des Rückenmarkes übersehen, Fig. 35. An solchen zeigt sich, dass jede der beiden grauen Säulen an dem vorderen Theile (*Vorderhorn* der Autoren) eine mehr weniger deutliche Anschwellung besitzt, an ihrer lateralen Fläche leicht concav ausgehöhlt ist und nach rückwärts hin sich allmälig etwas verschmälert (*Hinterhorn* der Autoren). Der hinterste Abschnitt der grauen Stränge ist im frischen oder wenig gehärteten Zustande durch ein eigenthümlich gallertartiges Aussehen ausgezeichnet, und führt desshalb den Namen *Substantia gelatinosa* (*Rolando*). Von der medialen Fläche der grauen Stränge, welche auf dem Querschnitt leicht convex gebogen erscheint, geht ungefähr in der Mitte das Markblatt ab, welches dieselben, sowie überhaupt beide Rückenmarkshälften unter einander verbindet (das *Commissurenblatt*). In ihm verläuft von oben bis unten ein enger Hohlraum, welcher als *Centralkanal* des Rückenmarkes bekannt ist. Die vordere Schichte dieses Blattes wird als *vordere*, die hintere als *hintere* Commissur bezeichnet und die den Centralkanal unmittelbar umgebende Gewebsschichte als *centraler Ependymfaden, centraler grauer Kern* (*Kölliker*) bezeichnet. Im Brust- und Halstheile, dort, wo die grössten Nervenstämme für die Extremitäten entspringen, zeigt die graue Substanz eine verhältnissmässig besondere Mächtigkeit (*Lenden-* und *Halsanschwellung*).

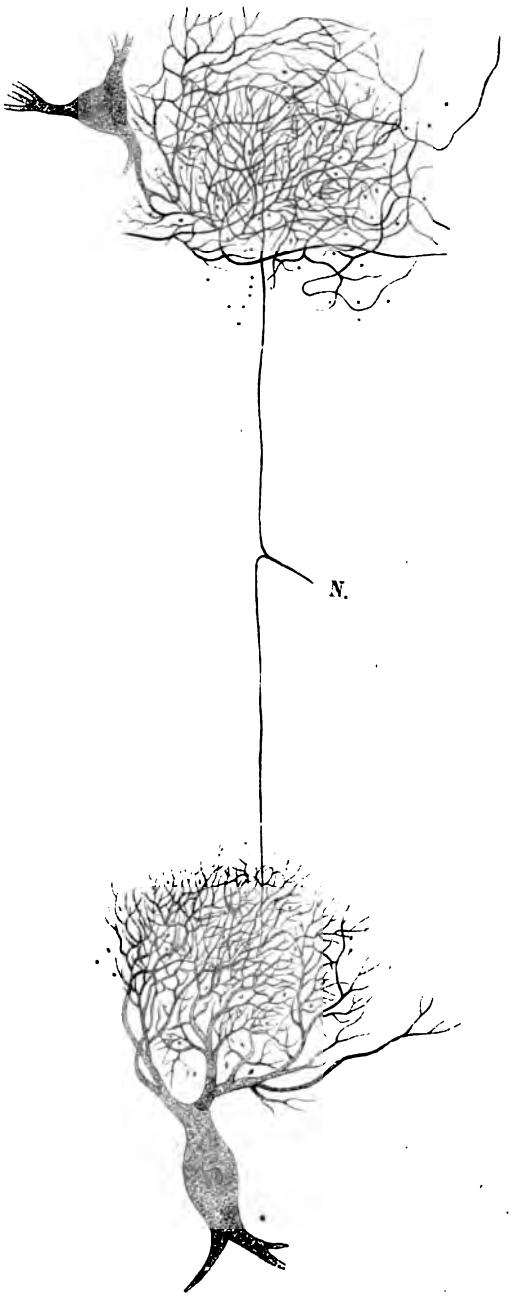
Nach diesen einleitenden Bemerkungen gehen wir an die Beschreibung der histologischen Verhältnisse.

Nervöse Elemente des Rückenmarkes. In der *weissen* Substanz sind sie fast ausschliesslich durch markhaltige Nervenfasern vertreten. Dieselben zeigen hier die schon einmal (Seite 97) erwähnte Eigenthümlichkeit, dass man eine *Schwann'sche* Scheide an ihnen nicht nachweisen kann. Dass ihnen eine solche überhaupt fehle, wird fast allgemein angenommen, jedoch hat *Gerlach* auf Thatsachen gegründete Erwägungen beigebracht, nach welchen die Möglichkeit nicht ausgeschlossen werden darf, dass denn doch eine Schwann'sche Scheide vorhanden sein könnte. Wenn ihr directer Nachweis bis nun nicht gelungen ist, so könnte dies in einer innigen Verklebung derselben mit der bindegewebigen Stützsubstanz

begründet sein, in Folge welcher ihre Darstellung im Zusammenhange mit der isolirten Nervenfaser unmöglich würde. Die Fasern zeigen an verschiedenen Stellen einen sehr verschiedenen Dickendurchmesser. Die stärksten kommen in dem medialen Theile der Vorderhörner vor, die feinsten in den Hintersträngen und namentlich in den zarten Strängen. Es sind jedoch mit Ausnahme der letzteren Oertlichkeit allenthalben dickere und dünnere Fasern unter einander gemengt, was vor Allem in den Seitensträngen sehr auffallend hervortritt.

Der Verlaufsrichtung nach kann man in der weissen Substanz Fasern unterscheiden, welche der Länge des Organes nach ziehen und solche, welche quer oder schief zu derselben gerichtet sind. Die ersteren bilden die überwiegende Mehrzahl; sie sind durch zwischengelagerte Bindesubstanz zu grösseren oder kleineren Bündeln geordnet, welche eben den grössten Theil der weissen Stränge zusammensetzen. Einen que-

Fig. 36.



Die zwei Zweige einer Nervenfaser (N) übergehen, jeder für sich, in ein feines Nervenfasernetz, welches sich aus den verästigten Protoplasmafortsätzen einer Ganglienzelle entwickelt. Carmin-Ammoniak-Präparat aus dem Rückenmark des Ochsen. Copie nach Gerlach. (Vergrösserung 150.)

ren Verlauf nehmen die Fasern zunächst dort, wo sie aus der grauen Substanz in die weisse übergehen, insbesondere an den Seitensträngen, jedoch ist hier die Strecke, welche sie quer durchlaufen, nur sehr kurz. Quer verlaufen auch die Fasern dort, wo sie sich zu den austretenden Nervenwurzeln sammeln und zwar die der hinteren Wurzeln fast genau horizontal, die der vorderen Wurzeln ziemlich stark nach vorn und abwärts geneigt. Endlich findet sich in dem vordersten Theile der vorderen Commissur eine Anzahl quer von einer Seite des Rückenmarkes zur anderen verlaufender Fasern, welche sich demgemäss einander durchkreuzen. Sie werden als vordere weisse Commissur beschrieben, stellen jedoch nach *Gerlach*'s Beobachtung keineswegs eine Verbindung der beiden weissen Vorderstränge her, sondern entstammen der grauen Substanz des Vorderhorns und übergehen in den weissen Vorderstrang der anderen Seite, wobei sie natürlich die Medianlinie überschreiten müssen.

Viel mannigfaltiger und ungleich complicirter gestalten sich die nervösen Elemente der *grauen Substanz*. Wir haben hier Nervenfasern und Nervenzellen zu berücksichtigen. Die markhaltigen Nervenfasern unterscheiden sich von denen der weissen Substanz durch eine viel unregelmässigere Anordnung und insbesondere durch das Vorkommen von zahlreichen Verästigungen während ihres Verlaufes, in Folge deren sie immer mehr an Dicke abnehmen. Während ein Theil dieser Fasern die graue Substanz einfach durchsetzt, um früher oder später wieder in die weissen Stränge einzugehen, sieht man andere, nachdem sie nach mehrfachen Theilungen marklos geworden sind, in ein ausserordentlich dichtes *Netzwerk feinster Fibrillen* übergehen (Fig. 36). Dieses Netzwerk, zuerst von *Gerlach* genau beschrieben und dargestellt, ist nur durch besondere Methoden, bei sehr exactem Vorgehen sichtbar zu machen. Der genannte Forscher bediente sich der Färbung mit Goldchloridkalium nach vorausgegangener Härtung in doppelt chromsaurem Ammoniak (1—2%ige Lösung) oder der Tinction mit Carminammoniak; bei letzterer Methode müssen jedoch die Schnitte aus dem ganz frischen, noch lebenswarmen Organ entnommen und durch 2—3 Tage in einer schwachen Lösung (0.1—0.2 pro mille) von chromsaurem Ammoniak gelegen sein; dann erst kommt das Färbemittel in Anwendung. Die feinsten Partien der gefärbten Schnitte werden dann mit Hilfe der Loupe vorsichtig zerzupft. Durch beide Methoden

erreicht man den Vortheil, dass nur die Nervennetze, nicht aber die Bindesubstanz tingirt werden. Diese Nervennetze, durch die ganze graue Substanz des Rückenmarkes verbreitet, stehen mit den Fortsätzen der Ganglienzellen in unmittelbarem Zusammenhange.

Ueber den *Verlauf* der stärkeren Nervenfasern möge nur so viel erwähnt werden, dass sie zum grössten Theile quer oder schief und vielfach gebogen verlaufen. Die des Vorderhornes gehen theils in den Vorderstrang der entgegengesetzten Seite (durch die vordere weisse Commissur), theils in den Seitenstrang derselben Seite über; die des Hinterhornes aber der Mehrzahl nach durch die Substantia gelatinosa in die hinteren weissen Stränge oder in die hinteren Nervenwurzeln. Einige ziehen auch nach vorwärts gegen das Vorderhorn zu. Ausserdem aber fallen im Hinterhorn unmittelbar vor der Substantia gelatinosa einige Bündel gerade und senkrecht verlaufender, breiterer, markhaltiger Fasern auf, welche in allen Regionen des Rückenmarkes constant vorkommen und mit den Hintersträngen in Verbindung gesetzt sind.

Ein gegenseitiger Austausch von Nervenfasern zwischen der grauen Substanz beider Rückenmarkshälften geschieht durch die sogenannte graue Commissur. Dieselbe zerfällt in zwei Abtheilungen, eine hintere und eine vordere, indem sowohl vor als auch hinter dem Centralkanal eine Anzahl quer von einer zur anderen Seite verlaufender, blasser Nervenfasern sich finden. Die vordere Abtheilung der grauen Commissur liegt unmittelbar zwischen der weissen Commissur und dem centralen Ependymfaden und besteht ausschliesslich aus queren Fasern; die hintere Commissur (d. h. die hintere Abtheilung der grauen Commissur) ist etwas stärker und lässt gegen den Centralkanal zu eine netzartige Anordnung ihrer Fasern erkennen.

Die *Ganglienzellen* gehören höchst wahrscheinlich ausnahmslos der vielstrahligen Form an (vergl. Seite 102). Sie sind von sehr verschiedener Grösse und theils vereinzelt, theils zu Gruppen geordnet in der grauen Substanz eingestreut. Im Vorderhorn, welches die grössten Zellen enthält, unterscheidet man drei verschiedene, nicht in allen Theilen des Rückenmarkes gleich deutlich hervortretende Zellenlager (*Gerlach*); eines davon findet sich lateralwärts gegen den Seitenstrang zu; es ist das grösste; ein kleineres liegt ganz vorne am Vorderhorne, das kleinste medialwärts, nahe dem weissen Vorderstrang (Vergl. Fig. 35). Eine andere Zellenanhäufung — unter

dem Namen der *Clarke'schen Säulen* bekannt — ist nur auf den Brusttheil des Rückenmarkes beschränkt; man findet sie im vordersten Theile des Hinterhornes, nahe der hinteren Commissur. Auch sie besteht aus Zellen grösserer Art. Im Hinterhorne selbst sind die Ganglienzellen spärlicher und niemals zu Gruppen vereinigt, durchgehends klein und mit einer nur geringen Zahl von Fortsätzen versehen.

Was nun die *nähere Beschaffenheit* der Ganglienzellen und *ihre Beziehungen zu den Nervenfasern* anbelangt, so ist Nachfolgendes zu bemerken: Durch die Untersuchungen von *Deiters* ist bekannt geworden, dass die Ausläufer der einzelnen Ganglienzellen nicht sämmtlich ein gleiches Verhalten zeigen. Während die Mehrzahl derselben ein ähnliches feinkörniges Aussehen besitzt, wie der Zellkörper, und sich bald mehrfach verästigt (Protoplasmafortsätze), kann man einen, in seltenen Fällen zwei von den Fortzätzen einer Ganglienzelle auf eine längere Strecke hin in ziemlich geradem Verlaufe, ungetheilt verfolgen. Dieser Fortsatz ist nicht granulirt, vielmehr meist mit feinen Längsstreifen versehen und zeigt genau das Bild eines Axencylinders (*Axencylinderfortsatz*). Von diesen letzteren ist es in der That sicher gestellt, dass sie direkt in markhaltige Nervenfasern übergehen. Die Ganglienzellen der Vorderhörner schicken ihre Axencylinderfortsätze sämmtlich in ziemlich horizontaler Richtung nach vorne gegen die Austrittsstellen der vorderen Nervenwurzeln, und man kann mit grösster Wahrscheinlichkeit annehmen, dass sie auch unmittelbar in dieselben übergehen (*Deiters*). Auch von den, in dem vorderen Theile der Hinterhörner gelegenen Ganglienzellen ziehen die Axencylinderfortsätze in der Richtung gegen das Vorderhorn und weiter zu den vorderen Nervenwurzeln (*Gerlach*). Während nun *Deiters* allen Nervenzellen des Rückenmarkes ohne Ausnahme einen Axencylinderfortsatz zugeschrieben hatte, ist *Gerlach* der Nachweis gelungen, dass die den *Clarke'schen* Säulen und wahrscheinlich die der ganzen Region des Hinterhorns zugehörenden Zellen nur Protoplasmafortsätze und niemals einen Axencylinderfortsatz besitzen. Diese gehen, sowie die analogen Fortsätze der Zellen des Vorderhornes ohne Ausnahme in das beschriebene, feine Nervennetz über. Es liegt also ein tiefgreifender Unterschied zwischen den Ganglienzellen des Vorderhornes und denen des Hinterhornes, indem die ersteren sowohl durch einen directen Ausläufer, als auch durch das Nervennetz mit markhaltigen Nervenfasern in Verbindung treten,

die letzteren aber (mit Ausnahme der in den vordersten Theilen gelegenen) nur durch Vermittlung des Nervennetzes einen Zusammenhang mit markhaltigen Fasern erlangen. Es entspringen daher auch die Fasern der hinteren Nervenwurzeln nicht direct aus den Ganglienzellen, sondern aus dem feinen nervösen Netze, welches aus den Protoplasmafortsätzen derselben hervorgegangen ist.

Nach diesen Angaben, welche die wesentlichsten bezüglich der Elementartheile bis nun bekannt gewordenen Thatsachen enthalten, möge noch kurz Erwähnung geschehen, in welcher Weise man sich mit einiger Wahrscheinlichkeit den Zusammenhang der nervösen Theile des Rückenmarkes vorstellen darf. Die Fasern der *vorderen Nervenwurzeln* ziehen durch die weisse Substanz hindurch und gelangen direct in die graue Substanz der Vorderhörner, ohne vorerst an die longitudinalen Faserzüge der weissen Vorderstränge irgend etwas abzugeben. Sie senken sich der Mehrzahl nach als Axencylinderfortsätze der grossen Ganglienzellen in diese ein, ein kleinerer Theil aber durchsetzt das Vorderhorn, zieht zwischen den Elementen des lateralen Zellenlagers hindurch, ohne mit ihnen in Verbindung zu treten, und biegt in den Seitenstrang ab, um in demselben centralwärts fortzulaufen (*Kölliker*). Jener Faserantheil der Vorderwurzeln, welcher zu Axencylinderfortsätzen geworden ist, tritt erst unter Vermittlung der Ganglienzellen und des von ihnen gebildeten Nervennetzes in eine continuirliche Leitungsverbindung mit dem Gehirne. Aus dem *Gerlach'schen* Nervennetze gehen nämlich eine Anzahl von markhaltigen Fasern hervor, welche zum Theil durch die weisse Commissur in die Vorderstränge der entgegengesetzten Seite, zum Theil aber in die Seitenstränge derselben Seite übergehen; auch diese letzteren gelangen schliesslich, aber erst in der Pyramidenkreuzung auf die andere Seite (*Gerlach*).

Die *hintern* Nervenwurzeln spalten sich bald nach ihrem Eintritt in den Sulcus lateralis posterior in eine laterale, kleinere und eine mediale, grössere Portion. Die Fasern der ersteren legen sich, nachdem sie die Substantia gelatinosa in wagrechter Richtung durchzogen haben, an die senkrecht vor derselben verlaufenden Faserbündel, an die Fasern der medialen Portion übergehen, sofort in den medialen Theil des weissen Hinterstranges. Nach kurzem, theils auf-, theils absteigendem Verlaufe biegen jedoch beide Faserantheile in die graue Substanz der Hinterhörner ein, um sich schliesslich in den feinen Nervennetzen derselben aufzulösen (*Gerlach*). Für die Erkenntniss des

weiteren Schicksales der hinteren Wurzelfasern fehlen vorderhand positive Anhaltspunkte, nur so viel scheint festzustehen, dass sie einerseits durch die graue Commissur auf die andere Seite gelangen, andererseits aber bei dem continuirlichen Zusammenhang des Nervennetzes zwischen Hinter- und Vorderhorn auch mit letzterem in Verbindung treten. Wahrscheinlich sammeln sich aus den Nervennetzen des Hinterhornes wieder Fasern, welche dann in den senkrechten Bündeln des Hinterhornes und in den Hintersträngen selbst centripetal verlaufen (*Gerlach*).

Die bindegewebige Stützsubstanz des Rückenmarkes welche allenthalben zwischen den nervösen Elementartheilen eingelagert ist, steht in unmittelbarem Zusammenhange mit der Pia mater und nimmt von ihr zum Theil den Ausgangspunkt. Aus der inneren Schichte der Pia mater, welche aus feinen, vorwiegend circulär geordneten Bindegewebsbündeln und spärlichen elastischen Fasern besteht, und der Oberfläche des Rückenmarkes innig anhaftet, ziehen in Begleitung der Blutgefässe stärkere Abzweigungen in das Innere des Organes hinein. Dieselben bilden, indem sie sich mehrfach verzweigen, gröbere und feinere Dissepimente, durch welche auf dem Querschnitt die Fasern der weissen Stränge in Gruppen abgetheilt erscheinen. In die graue Substanz hinein lassen sich diese Bindegewebszüge nicht weiter verfolgen.

Von diesem Septensystem wohl zu unterscheiden ist der Theil des Bindegewebsgerüstes, welcher die einzelnen nervösen Elemente umgibt und unter dem Namen *Neuroglia**), *Nervenkitt* bekannt ist. Es wurde schon einmal (Seite 135) erwähnt, dass die Grundlage derselben aus einem dichten, reticulären Zellennetze bestehe, welches durch die ausserordentliche Feinheit der Zellenausläufer und durch das Fehlen der Kerne auf weite Strecken hin charakterisirt ist. Dieses Netzwerk ist insbesondere in der grauen Substanz so dicht, dass es an dünnen Durchschnitten wie eine feinkörnige Masse erscheint und nur durch die stärksten Vergrösserungen aufgelöst werden kann. Es darf indessen nicht unerwähnt bleiben, dass diese, von *Kölliker* herrührende Anschauung von manchen Seiten entweder völlig verlassen oder wenigstens theilweise modificirt worden ist. So hat *Gerlach*, gestützt auf mikrochemische Reactionen und auf die Ergebnisse verschiedener Präparationsmethoden, das feine Faserwerk des

*) Von τὸ νεῦρον der Nerve und ἡ γλία, Gluten, Leim.

Stützgewebes als der *elastischen* Substanz zugehörig erklärt, und es geradezu mit den elastischen Netzen gewisser Formen des Netzknorpels verglichen. Nach ihm besteht das Stützgewebe der grauen sowohl als der weissen Substanz aus einer feinkörnigen (im frischen Zustande vielleicht homogenen) Grundsubstanz, in welcher jenes elastische Fasernetz und zellige Elemente eingelagert sind; die letzteren sind verschieden geformt, bald klein, rundlich und sehr arm an Protoplasma, bald aber grösser, sternförmig, mit mehrfachen Fortsätzen versehen. Nach *Boll*, welcher seine Anschauungen vorzüglich auf Grund histogenetischer Untersuchungen gewonnen hat, ist das beschriebene feine Fasernetz der Neuroglia auf das Vorhandensein gewisser zelliger Gebilde, der sogen. *Deiters'schen Zellen* zurückzuführen. Dieselben zeichnen sich aus durch eine grosse Anzahl feiner, ungetheilt und gerade verlaufender Fortsätze, welche entweder radienartig nach allen Richtungen hin ausstrahlen, oder aber nach einer oder zwei Seiten zu pinselförmig aus dem Zellkörper vortreten. Zwischen den Fortsätzen und um den Kern herum sieht man noch eine geringe Menge von Protoplasma. Ausserdem aber beschreibt *Boll* noch eine „sehr fein vertheilte feinkörnige Substanz" und die *Kölliker'schen* Zellennetze als weitere Bestandtheile des Stützgewebes.

Als ein ausschliesslich bindegewebiger und der nervösen Elemente völlig entbehrender Bestandtheil des Rückenmarkes ist der *centrale Ependymfaden*, d. h. die nächste Umgebung des Centralkanales zu bezeichnen. Der letztere selbst ist von einem Belage cylindrischer Zellen ausgekleidet, welche an jugendlichen Individuen sicher Flimmerhaare tragen. Bei älteren Personen findet man keine Cilien mehr, die Zellen selbst in mannigfacher Weise verändert, mitunter das ganze Lumen des Kanales völlig mit zelligen Elementen vollgestopft. Das periphere Ende dieser Zellen ist spitz ausgezogen und lässt sich bis in die umliegende Substanz hinein verfolgen. Diese zeigt ganz das Aussehen der oben beschriebenen Neuroglia und besitzt nur sehr spärlich eingestreute Zellen, denen man in neuerer Zeit ganz allgemein den Charakter von Bindesubstanzzellen zuschreibt.

Schliesslich wäre noch des eigenthümlichen Verhaltens der *Substantia gelatinosa* zu erwähnen. Sie enthält an nervösen Elementen nur die bereits beschriebenen, durchtretenden Fasern der hinteren Nervenwurzeln. Vorwiegend ist in ihr die Bindesubstanz, welcher die sämmtlichen, ziemlich reichlich eingestreuten, vielgestal-

tigen, grösseren und kleineren Zellen zugezählt werden. Die durchscheinende Beschaffenheit erhält nach *Gerlach* diese Substanz aus dem Grunde, weil das Fasernetz, welches die Neuroglia an anderen Stellen sehr reichlich durchsetzt, hier nur äusserst spärlich vertreten ist.

II. Das Gehirn.

Bei der Erörterung dieses schwierigen und complicirten Gebietes legen wir fast durchaus die Anschauungen *Meynert's* zu Grunde, welchem Forscher wir vor Allen eine genauere Einsicht in den Bau des Gehirnes verdanken.

Die *Vertheilung* der grauen und weissen Substanz des Gehirnes ist eine weit mannigfaltigere, als wir sie an dem Rückenmark kennen gelernt haben. Was zunächst die *graue* Substanz betrifft, so müssen wir nach *Meynert's* Vorgange vier Kategorien derselben unterscheiden. Die erste derselben bildet in flächenartiger Anordnung die *Rinde der Grosshirnhemisphären*, die zweite formt in diskreten Herden die sogenannten *Ganglien* des Grosshirns (Streifenhügel, die drei Glieder des Linsenkernes, den Sehhügel und Vierhügel), die dritte stellt einen Belag der Hirnhöhlen dar, ist die directe Fortsetzung der grauen Substanz des Rückenmarkes und lässt sich von da durch die Rautengrube, durch die Sylvische Wasserleitung, durch die mittlere Gehirnkammer bis zum Tuber cinereum und in das Infundibulum hineinverfolgen (*centrales Höhlengrau*). Die vierte Kategorie der grauen Substanz endlich formt die *Rinde* und die *centralen grauen* Herde des Kleinhirns (corpus dentatum und Dachkern) und breitet sich noch weiter in gewissen Abschnitten des Grosshirnstammes aus. Es muss besonders bemerkt werden, dass jene graue Substanz, welche wir als *Vormauer* und *Mandelkern* kennen, in naher Beziehung zu der Grosshirnrinde steht, und gewissermassen weiter entwickelte Aequivalente einer gewissen Schichte der Grosshirnrinde darstellt.

Alle diese grauen Massen werden in vielfacher Weise durch Faserzüge der weissen Substanz unter einander in Verbindung gesetzt. Ihre Bedeutung ergibt sich aus Folgendem:

Die *graue Gehirnrinde* ist als eine empfindende Fläche der Markmasse des Grosshirns aufgesetzt. In sie hinein werden alle,

unserer Wahrnehmung zugänglichen Vorgänge der Aussenwelt auf den Bahnen der sensiblen Nerven als Objekte der Empfindung projicirt, sowie von ihr aus die, durch Empfindungen veranlassten Bewegungsimpulse den Muskelnerven als Erregungszustände mitgetheilt werden. Die *weisse Substanz der Grosshirnhemisphären* besteht nun ausschliesslich aus Nervenfaserzügen, welche die Bahnen für dieses Projectionssystem abgeben. Ein grosser Theil derselben verläuft in der Richtung von der Hirnrinde gegen die grossen Ganglien zu (die *Stabkranzstrahlung*) und tritt in dieselben ein; sie werden als *Projectionssystem erster Ordnung* aufgeführt. Nebstdem aber ist durch einen eigenen Faserzug eine directe Verbindung der Grosshirnrinde mit dem kleinen Gehirn hergestellt; dieser zweigt sich von der Stabkranzstrahlung ab, zieht unter dem Sehhügel und Vierhügel weg in die Haube und gelangt nach einer totalen Ueberkreuzung auf dem Wege der Bindearme (Processus cerebelli ad corpus quadrigeminum) in das Kleinhirn. Alle die genannten Faserzüge besitzen einen mehr weniger radiären Verlauf. Zu diesen kommen nun noch die Faserzüge der *Commissuren* und der sogenannten *Associationssysteme.* Die ersteren — der *Balken* und die vordere *weisse* Commissur — setzen identische Gebiete der Grosshirnrinde der rechten und linken Seite unter einander in Verbindung. Die Fasern der Associationssysteme hingegen überschreiten die Medianlinie nicht, sondern besorgen eine gegenseitige Verbindung gewisser differenter Bezirke der Rinde einer und derselben Hemisphäre. Es finden sich daher die Associationssysteme als Bündel von längerem oder kürzerem bogenförmigem Verlauf nahe der Innenfläche der Rinde.

Die *Ganglien des Grosshirns* besitzen eine doppelte Bedeutung: einerseits erfolgt in ihnen eine Unterbrechung des gesammten Projectionssystemes insofern, als in ihnen das Projectionssystem der ersten Ordnung sein Ende findet, andererseits aber erfolgt in ihnen eine Reduction der Nervenfaserzahl im Allgemeinen und der in dem gesammten Projectionssysteme unterscheidbaren gesonderten Faserbündel insbesondere. Während demgemäss an der einen Seite eines jeden Ganglions eine grössere Summe von Faserzügen der Stabkranzstrahlung eindringt, tritt auf der anderen Seite eine geringere Anzahl von Fasern aus ihm heraus. Diese letzteren, welche gegen das centrale Höhlengrau des Gehirns und Rückenmarks sich zuwenden und in ihm ihr Ende finden, fasst man als *Projectionssystem zweiter Ordnung* auf. Dasselbe hat seinen Sitz im Hirnschenkel und

setzt sich weiterhin durch den Pons in die weisse Substanz des Rückenmarkes fort. Es zerfällt zunächst in zwei Abtheilungen, die erste sammelt sich aus dem Streifenhügel und dem Linsenkern und gelangt in den Fuss (pedunculus) des Grosshirnschenkels. Sie besteht ausschliesslich aus Fasern, welche die Impulse *zu willkürlichen Muskelbewegungen* leiten. Die andere Abtheilung des Projectionssystemes zweiter Ordnung entspringt aus dem Sehhügel und Vierhügel und dem inneren Kniehöcker und findet ihren weiteren Verlauf in der Haube des Grosshirnschenkels; sie ist die Bahn für die *reflectorischen Bewegungen*. Die Fasern dieses Projectionssystemes haben einen sehr verschieden langen Verlauf, indem einige schon, bevor sie das verlängerte Mark erreichen, ihr Ende finden (im Kern des Oculomotorius), andere aber in die weissen Stränge des Rückenmarkes übergehen, um erst dort höher oder tiefer in die graue Substanz einzubiegen.

Eine von diesen motorischen Bahnen verschiedene Verlaufsweise nehmen die *sensiblen Fasern*, welche von der Peripherie her zur Hirnrinde ziehen. Sie bilden einen Bestandtheil des Fusses vom Grosshirnschenkel, in welchen hinein sie aus den Hintersträngen des Rückenmarkes durch die obere (sensible) Pyramidenkreuzung hindurch gelangen, ziehen von da nach aufwärts und übergehen, ohne mit den Gehirnganglien in Verbindung zu treten, direct in die Stabkranzstrahlung.

Das *centrale Höhlengrau* erlangt eine besondere Bedeutung als *Ursprungsstätte der peripheren Nerven*. Im Gegensatze zu den grossen Hirnganglien, welche als Reductionsstätten für die Zahl der Nervenfasern bezeichnet wurden, gibt das Höhlengrau wieder einer grossen Anzahl von Fasern den Ursprung, wie wir dies schon an dem Rückenmarke gesehen haben, so dass die Summe der in sie eintretenden Fasern des Projectionssystems zweiter Ordnung um ein Vielfaches überholt wird von der Summe der in den Bahnen der Nervenwurzeln austretenden Fasern. Diese, von ihrem Ursprung bis zu ihrer peripheren Endigung, bilden in ihrer Gesammtheit das *Projectionssystem dritter Ordnung*. Die Ganglienzellen des centralen Höhlengrau, aus welchen die Fasern der einzelnen Nervenwurzeln entspringen, sind zu grösseren oder kleineren, mehr oder weniger scharf umschriebenen Gruppen geordnet, welche man als die *Kerne* der Nervenwurzeln bezeichnet. Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass das centrale Höhlengrau an der Basis des Grosshirns als Lamina perforata posterior und als Infundibulum zu Tage tritt.

Bezüglich der *grauen Substanz des Kleinhirns* wurde schon erwähnt, dass sie durch Vermittlung der Bindearme mit der Grosshirnrinde in Zusammenhang gebracht ist; auch aus dem Pedunculus cerebri scheint eine Anzahl von Fasern auf dem Wege der Crura cerebelli ad pontem (Brückenarme) in das Kleinhirn zu gelangen. In das Rückenmark sendet es Faserzüge durch den zarten und Keilstrang zu den Hintersträngen und durch das Corpus rectiforme zu den Vordersträngen. Es besitzt demnach das Kleinhirn eine gewisse Selbständigkeit seiner Leitungsbahnen, indem es gewissermassen als ein Anhangsgebilde zu dem gesammten Projectionssysteme sich verhält. *Commissurenfasern* verlaufen im Wurm und in der Brücke von einer Hemisphäre des kleinen Hirnes zur anderen.

Als Verbindungsglied des Gehirnes mit dem Rückenmarke ist noch das *verlängerte Mark* zu erwähnen. In ihm vollzieht sich die Umordnung der Faserzüge des Projectionssystems zweiter Ordnung zu jener verhältnissmässig einfachen Gestaltung, welche sie im Rückenmarke besitzen. Es ist ausserdem ausgezeichnet durch den Uebertritt zahlreicher Nervenfasern von einer Seite zur anderen (*obere, mittlere* und *untere Pyramidenkreuzung*) und durch die zahlreichen Herde von grauer Substanz, welche entlang den einzelnen Faserzügen eingestreut sind. Als besonders hervorragende graue Massen sind die *Olive,* die *Nebenolive* und der *Pyramidenkern* zu bezeichnen. An dem verlängerten Mark tritt endlich ein grosser Theil der Hirnnerven aus der Hirnsubstanz an die Oberfläche.

Nach dieser knappen Skizze, welche eine allgemeine Uebersicht über die Anordnung der Theile des Gehirns vermitteln soll, übergehen wir zu der Beschreibung der Elementartheile, welche beim Aufbau desselben betheiligt sind. Wir können uns dabei kurz fassen, weil sich eine vielfache Uebereinstimmung mit denen des Rückenmarkes ergibt.

Die *nervösen Elemente* der *weissen* Substanz sind markhaltige Nervenfasern ohne *Schwann'sche* Scheide. Die Mehrzahl von ihnen gehört der allerfeinsten Art an, daneben finden sich aber auch gröbere Fasern in allen möglichen Abstufungen der Dicke. Theilungen derselben sind, sowie in der weissen Substanz des Rückenmarkes nicht sicher nachgewiesen. Nach *Boll* kommen in der weissen Substanz des Grosshirns auch vereinzelnte kleine, multipolare Ganglienzellen vor, deren Axencylinderfortsatz sich an die benachbarten Nervenfaserzüge anlegt.

In der *grauen* Substanz begegnen wir wieder neben vielfach sich theilenden, markhaltigen Fasern jenem feinen *Gerlach'schen* Nervennetze, welches wir bereits im Rückenmarke kennen gelernt haben. Es entwickelt sich, wie dort, aus den Verästigungen der Protoplasmafortsätze der Ganglienzellen. Diese selbst besitzen eine Mannigfaltigkeit der Form und Grösse, wie sie nirgends anderswo vorkommt. Es soll darauf bei der Beschreibung der einzelnen Regionen Rücksicht genommen werden. An sehr vielen Ganglienzellen des Gehirns ist die Existenz eines Axencylinderfortsatzes sicher gestellt. Manche von ihnen zeichnen sich auch durch einen auffallenden Gehalt an Pigment aus.

Die *bindegewebige Stützsubstanz* des Gehirnes ist im Grossen und Ganzen ähnlich der des Rückenmarkes, jedoch begegnet ihre Untersuchung noch viel grösseren Schwierigkeiten. In der *weissen* Substanz formt sie röhrenförmige Scheiden, welche eine gewisse Anzahl von Nervenfasern umhüllen. Ihre Grundlage bildet das schon oben besprochene feine Fasernetz, welches *Boll* und schon früher *Golgi* als durch zarte Zellenausläufer gebildet erachten (*Deiters'sche* Zellen). Eigenthümlich für die weisse Gehirnsubstanz ist jedoch das Vorkommen von zahlreichen rundlichen, wenig verästelten Zellen, welche in Reihen längs den Nervenfasern geordnet sind. Sie bilden an einzelnen Stellen des Gehirns (Bulbus und tractus olfactorius) eine besonders auffallende Erscheinung und sind von früher her, als man im Unklaren war, ob sie Nerven- oder Bindesubstanzzellen seien, unter dem Namen »*Körner*« bekannt.

An dem Stützgewebe der *grauen* Substanz unterscheidet *Boll* viererlei Elemente, von welchen wir die *Deiters'schen Zellen* — besonders in der Umgebung der Blutgefässe reichlich vertreten — und das *Kölliker'sche reticuläre Netz* bereits kennen gelernt haben. Ein drittes Formelement der Neuroglia wird hier vorgestellt durch die sogenannten *Körner* der *Körnerschichten*, von denen jedoch nur ein Theil dem Bindegewebe angehört. Es liegen die bindegewebigen Körner entweder innerhalb (als Kerne) der *Kölliker'schen* Netzbalken oder sind diesen äusserlich angelagert und lassen sich von den nervösen Körnern nur sehr schwer unterscheiden. Letztere besitzen grössere Kerne und deutlichere Kernkörperchen. Als vierten Bestandtheil endlich beschreibt *Boll* eine *molekuläre* Masse, welche besonders in der Gehirnrinde verbreitet ist. Die äusserst feinen Granula derselben sind nicht gleichartig vertheilt, sondern zu eigenthümlichen

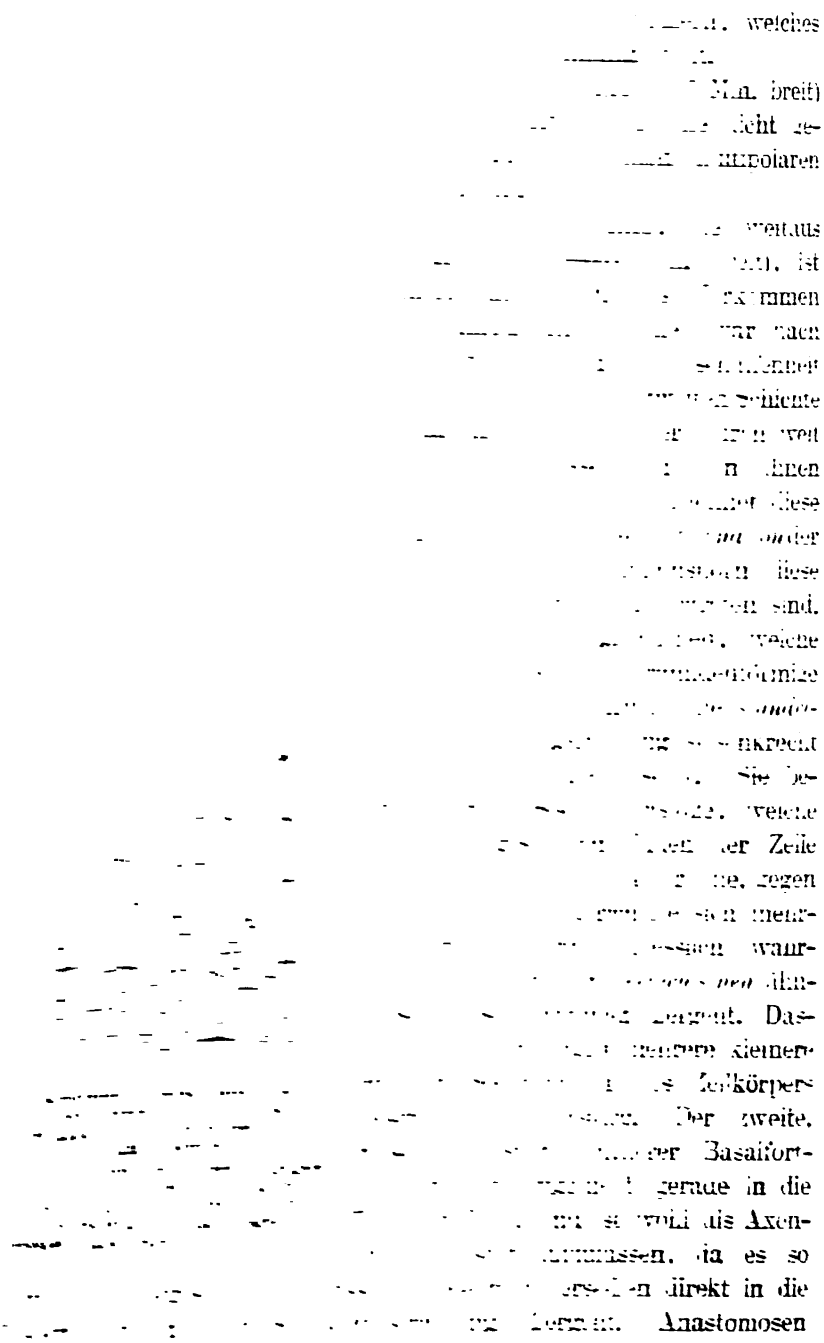
Figuren geordnet, welche *Boll* mit der Formation von frisch gefallenem Reif vergleicht. Es möge bemerkt werden, dass diese Darstellung *Boll's* nicht die einzige ist, welche wir über die Neuroglia der grauen Gehirnsubstanz besitzen; die Anschauungen der Autoren, welche dieses Kapitel behandelt haben, gehen vielmehr ziemlich weit auseinander. Wir halten es jedoch nicht für zweckmässig, an diesem Orte näher darauf einzugehen.

Als eine ganz selbständige Lage tritt die Neuroglia auf im *Ependym der Gehirnventrikel.* Es ist dasselbe eine directe Fortsetzung des centralen Ependymfadens des Rückenmarkes und ganz so wie derselbe gebaut. In gleicher Weise finden wir an der freien Oberfläche der Ventrikel eine continuirliche Lage von kurz cylindrischen, mit Flimmerhaaren besetzten Zellen, deren zarte Ausläufer sich in das Fasernetz der Neuroglia einsenken.

In Bezug auf *den mikroskopischen Bau der einzelnen Abschnitte* des Gehirnes sind unsere Kenntnisse zum Theil leider noch sehr lückenhaft, und die Angaben der einzelnen Autoren differiren selbst in den wesentlichsten Punkten. Es dürfte daher am zweckmässigsten sein, nur jene Regionen, über deren Aufbau positive und einigermassen gesicherte Erfahrungen vorliegen, herauszuheben, die übrigen aber zu übergehen. Wir werden uns hiebei wieder im Wesentlichen an die *Meynert'schen* Anschauungen halten, welche von *Huguenin* in übersichtlicher Weise zusammengestellt worden sind, und nur die am Menschen beobachteten Verhältnisse berücksichtigen.

a. **Die Grosshirnrinde.** Sie zeigt in dem grössten Theil ihrer Ausbreitung einen einheitlichen Bau (Fig. 37), nur gewisse, später zu bezeichnende relativ kleine Abschnitte lassen belangreiche Differenzen erkennen. Als Typus kann die Rinde des Stirnlappens hingestellt werden. Es finden sich dort die nervösen Elemente nach Form, Grösse und Zahl derart geordnet, dass man darnach fünf wohl charakterisirte Schichten der Rinde unterscheiden kann.

Die *erste* (oberflächlichste) Schichte (0·25 Mm. breit) ist vor allen ausgezeichnet durch ein ganz bedeutendes Vorwiegen der Neuroglia gegenüber den in ihr eingeschlossenen nervösen Elementen. Dieselben sind: ganz oberflächlich ein sehr zarter Belag von sich durchkreuzenden feinen Nervenfasern, dann eine relativ geringe Menge kleiner rundlicher oder länglicher Ganglienzellen mit verzweigten



dieser Ganglienzellen, welche durch ihre directen Ausläufer hergestellt würden, kommen wahrscheinlich nirgends vor, nur das *Gerlach'sche* Nervennetz stellt eine Verbindung unter ihnen her. Es muss noch erwähnt werden, dass *Meynert* und *Huguenin* sowohl, als *Boll* und Andere die fibrilläre Streifung der Axencylinderfortsätze, ja selbst der Protoplasmafortsätze als thatsächlich erwiesen erachten (vergl. Seite 104). Eine bemerkenswerthe Meinungsverschiedenheit herrscht bezüglich der Form des Kernes an diesen Ganglienzellen. Während *Meynert* ihn als entschieden eckig und selbst verästigt ansieht, und die runde oder ovale Form desselben nur für krankhafte Verhältnisse zugibt, wird von *Huguenin, Boll* und Anderen die letztere als die, der Norm entsprechende erklärt.

Die *vierte* Schichte (0·20—0·25 Mm. breit) besitzt als hervorragendes Element kleine rundliche Ganglienzellen (Körnerzellen) mit 3—4 feinen, nur sehr schwer sichtbar zu machenden Fortsätzen. Sie gleichen sehr den Zellen, welche in den Ursprungskernen der sensiblen Nerven im verlängerten Marke gefunden werden, und in der That hat es auch *Meynert* wahrscheinlich zu machen gewusst, dass sie im Gegensatze zu den vorher beschriebenen Zellen, welche in motorische Bahnen eingeschaltet sind, ausschliesslich mit sensiblen Nerven im Zusammenhang stehen. Allerdings ist die Art und Weise, wie dies geschieht, noch nicht befriedigend aufgeklärt.

Die *fünfte* Schichte (0·5 Mm. breit) ist ausgezeichnet durch das Vorherrschen mittelgrosser, spindelförmiger Ganglienzellen, deren beide Enden in lange, wahrscheinlich unverästigte Fortsätze auslaufen. Sie sind von den anderen, spindelförmigen Elementen durch ihre Lagerung unterschieden, insoferne als sie an der Kuppe eines Windungsdurchschnittes gleichgerichtet mit dieser, in den Furchen zwischen zwei Windungen aber so gestellt sind, dass sie mit ihrer langen Axe der Oberfläche des Gyrus parallel zu liegen kommen. Sie sind somit genau nach der Verlaufsrichtung jener Fibrae arcuatae gelagert, welche als Associationsfasersystem allenthalben zwei benachbarte Gyri unter einander verbinden. Sie werden desshalb auch von *Meynert* als *Schaltzellen des Associationssystemes* aufgefasst. Da ähnliche Zellen fast ganz die Substanz der Vormauer einnehmen, wird die fünfte Rindenschichte als *Vormauerformation* bezeichnet.

Besondere Modificationen des typischen fünfschichtigen Baues der Rinde finden sich an folgenden Orten:

Am *äussersten Ende des Hinterhauptslappens. Meynert* unter-

scheidet daselbst acht Schichten. Hervorzuheben ist das Fehlen der dritten typischen Schichte. Die grossen Spindelzellen derselben sind nur ganz vereinzelt in zwei getrennten Schichten vorhanden. Dafür aber treten die kleinen rundlichen Körnerzellen in drei verschiedene Lagen vertheilt, massenhaft auf.

Die *Rinde des Ammonshornes* ist im Gegentheile dadurch ausgezeichnet, dass die sensiblen Körnerzellen vollständig fehlen, hingegen die motorischen Zellen der zweiten und dritten typischen Schichte zu einer beträchtlichen Entwicklung gelangen.

Die *Rinde des Riechkolbens.* Der Bulbus olfactorius stellt bei Thieren, welche mit gut ausgebildetem Geruchswerkzeug versehen sind, einen beträchtlich entwickelten Gehirntheil dar, welcher aus einer dicken Rinde und einer centralen, mit Flimmerzellen bekleideten Höhle besteht. Beim Menschen ist er ein oblonger solider Kolben, dessen obere Fläche von einem weissen Nervenblatte, der Fortsetzung des Tractus olfactorius, gebildet ist. Der übrige Antheil ist graue Substanz. Man kann an ihr von unten nach oben folgende Schichten unterscheiden. Eine *Nervenfaserschichte* aus *marklosen,* mit Schwann'scher Scheide versehenen Fasern, welche ganz denjenigen gleichen, welche man in der Ausbreitung der Riechschleimhaut der Nase findet. Darüber liegt das *Stratum glomerulosum*, dessen wesentlichen Bestandtheil die *Glomeruli olfactorii* ausmachen. Es sind dies grosse, undurchsichtige, ziemlich scharf umgrenzte, kugelige Gebilde, welche nach *Meynert* aus knäuelförmig durch einander geflochtenen Nervenfasern bestehen und ausserdem zahlreiche, eingestreute *Deiters'sche* Zellen enthalten. Nach *Golgi* kommen im Innern der Glomeruli vielfache, meist unter rechten Winkeln erfolgende Theilungen der Nervenfasern vor. Die Fasern der früher genannten Schichte gehen in sie über. Als *dritte* Schichte wird eine *Ganglienzellenlage* beschrieben, deren Elemente, spindelförmig und mit mehrfachen Ausläufern versehen, von *Huguenin* (beim Hunde) in Zusammenhang mit den aus den Glomeruli austretenden Fasern gesehen worden sind.

Die *vierte,* dünne Schichte endlich besteht aus einer grossen Anzahl von sogenannten *Körnern,* welche den unten, beim kleinen Gehirn zu beschreibenden ähnlich sind, und aus einem zwischendurchziehendem Nervenfasernetze. Die Elemente des letzteren übergehen in das obere weisse Markblatt und weiterhin in den Tractus olfactorius.

·lien. Ihre Strukturverhältnisse
möge nur soviel angeführt
·lreichen, theils mark-
sich vielfach zer-
. ·are Ganglienzellen
in vielen Fällen ver-
. Im Streifenhügel und in
·ch, reichlich pigmentirt, im
·iger Gestalt, nach *Meynert* in
: glion ziehenden Nervenfaserzüge

. **·ebiet der Hirnnerven.** Es umfasst jene
. ·rauen Substanz, welche unter den Vierhügeln
·asserleitung herum gelagert ist und in der Fort-
·kwärts den Boden der vierten Hirnhöhle darstellt.
·kerne der Nerven stellen hier mehr oder weniger ab-
·haufen von Ganglienzellen dar, welche in ihrer Mehrzahl
·öhnlichen multipolaren, spindelartigen Formen zuzuzählen
Als eigenartige Zellformen sind folgende zu erwähnen: Vom
·en Vierhügelpaare herab entlang den Faserzügen, welche die
·asiblen Wurzeln des Nervus trigeminus zusammensetzen, finden
·ch zu mehreren Gruppen geordnet, *grosse, kugelige Zellen,* welche
sehr sparsame und schwer darstellbare Fortsätze besitzen. — Mit
ihren grossen, bläschenartigen Kernen gleichen sie so ziemlich jenen
Zellen, welche wir in den Intervertebralganglien vorfinden, nur dass
sie nicht wie diese eine kernhaltige Hülle besitzen. Ganz ähnliche
Zellen finden sich auffallender Weise in dem vorderen Ursprungs-
kern des Nervus acusticus.

Durch einen besonders reichlichen Gehalt an braunem oder schwarzem *Pigment* sind jene Ganglienzellen ausgezeichnet, welche in der Substantia ferruginea enthalten sind. Sie beschränken sich nicht nur auf den Locus coeruleus der Rautengrube, sondern sind auch in den Seitenwänden derselben in ziemlicher Anzahl vertreten. (Aehnliche Zellen finden sich auch in der Substantia nigra Soemmeringii, welche zwischen Haube und Fuss des Grosshirnstieles eingelagert ist.) — Eine *besondere Grösse* und aussergewöhnlich starke Fortsätze besitzen die Ganglienzellen des Hypoglossuskernes.

An dieser Stelle kommt einer sehr innigen Durchflechtung von

grauer und weisser Substanz zu gedenken, welche als *Formatio reticularis* in der Histologie der Medulla oblongata eine hervorragende Rolle spielt. Schon am Halstheile des Rückenmarkes beobachtet man, dass Theile der grauen Substanz der Hinterhörner sich zwischen die nächstgelegenen longitudinalen Faserzüge der Seitenstränge hineinschieben (*Processus reticulares*) und diese auseinander drängen. Je mehr man sich dem verlängerten Marke nähert, um so zahlreicher und stärker werden diese Processus; sie strahlen weiter nach vorne aus und geben mit ihren zahlreich eingelagerten Ganglienzellen jenen Faserzügen den Ursprung, welche die Pyramiden zusammensetzen (*Deiters*). In der Medulla oblongata selbst kommt diese Formatio reticularis zu noch grösserer Ausbreitung, so dass sie sich endlich von vorne nach rückwärts durch die ganze Dicke derselben erstreckt. Auch nach den Seiten zu greift sie in die strickförmigen Körper, in den zarten und Keilstrang hinein. Ihre Bedeutung liegt höchst wahrscheinlich darin, dass ein *allseitiger Faseraustausch* zwischen den Ausläufern der Seiten- und Hinterstränge hergestellt wird, in welchen auch die fibrae arciformes, die Oliven, der Pyramidenkern und selbst das Kleinhirn einbezogen sind. Ein Theil der in die Formatio reticularis eingelagerten Ganglienzellen wird mit dem Ursprung des Nervus accessorius in Zusammenhang gebracht.

Es möge nun eine kurze Uebersicht über die Ursprungskerne der Gehirnnerven folgen.

Nervus olfactorius. Die Ursprungsverhältnisse im Riechkolben (siehe oben) sind bereits besprochen worden. Der Tractus olfactorius steht durch Vermittelung des äusseren Riechstreifens mit der Rinde der Hackenwindung, durch den inneren Riechstreifen mit dem Stirnende des Gyrus fornicatus und endlich durch den mittleren Riechstreifen mit dem Kopf des Streifenhügels in Verbindung.

Nervus opticus. Seine Ursprungsverhältnisse sind nicht genau bekannt; wahrscheinlich geht er aus mehreren, getrennten Kernen hervor. Einer von diesen ist höchst wahrscheinlich im vorderen Vierhügelganglion zu suchen und zwar gelangen die Nervenfasern durch die corpora geniculata in dasselbe hinein. Kleinere und grössere multipolare Ganglienzellen, welche sich dort ziemlich reichlich vorfinden, haben bisher noch keine Beziehungen zu den genannten

Nervenfasern erkennen lassen. In dem untersten Theile dieses Ganglions, gegen die Sylvische Wasserleitung hin, fand *Meynert* durch besondere Grösse ausgezeichnete, spindelförmige Ganglienzellen, welche seinen Angaben zufolge in einen Zug feiner Nervenfasern eingeschaltet sind, welche das vordere Vierhügelganglion mit dem Kerne des Oculomotorius und Trochlearis verbinden.

Nervus oculomotorius und trochlearis. Unter der Sylvischen Wasserleitung, nahe der Raphe gelegen, findet sich eine cylindrische Zellenanhäufung, deren vorderer Theil dem Oculomotorius und deren hinterer dem Trochlearis seinen Ursprung gibt. Grosse spindelförmige Nervenzellen mit verästigten Protoplasmafortsätzen und deutlichem Axencylinderfortsatz kommen darin vor. Nach obenzu steht dieser Kern durch feine Faserzüge mit dem Streifenhügel und mit dem vorderen Vierhügel (siehe oben) in Verbindung.

Nervus trigeminus. Für ihn sind verschiedene Ursprungskerne bekannt. Der *obere sensible* Trigeminuskern besteht aus mehrfachen, kleinen Gruppen blasenförmiger Ganglienzellen, deren Localisation und nähere Beschaffenheit schon oben Erwähnung gefunden hat. Ein zweiter *(der mittlere sensible)* Kern liegt etwas weiter unten dem hinteren Umfang jener Faserzüge an, welche die austretenden sensiblen Wurzeln des Nerven formen; er besteht ebenfalls aus vielen zerstreuten Gruppen, welche durch kleine, multipolare Ganglienzellen gebildet werden. Ein dritter Kern *(der untere sensible)* liegt in der Medulla oblongata und erstreckt sich bis in den Kopf der Hintersäulen des Rückenmarkes hinein. Es ist überdies erwähnenswerth, dass *Meynert* den Zusammenhang von sensiblen Trigeminusfasern mit den pigmentirten Zellen der Substantia ferruginea nachgewiesen hat. Die *motorische* Wurzel des Trigeminus hat ihren Ursprungskern im vordersten Theile der Rautengrube; sein vorderstes Ende reicht bis an die Sylvische Wasserleitung heran. In ihm finden sich ziemlich grosse, gelblich pigmentirte, multipolare Ganglienzellen. Es muss noch hinzugefügt werden, dass einzelne (sensible) Faserzüge der Trigeminuswurzeln in das Kleinhirn eindringen, daselbst aber noch nicht weiter verfolgt werden konnten.

Nervus abducens. Sein Kern liegt in dem vorderen Theile der Rautengrube, etwas abseits von der Raphe und steht durch

Faserzüge in Verbindung mit dem tiefer gelegenen Kerne des Nervus facialis. Seine Ganglienzellen sind von derselben Beschaffenheit, wie die des motorischen Trigeminuskernes.

Nervus facialis. In der Tiefe des Bodens der 4. Hirnhöhle, mehr seitlich und tiefer gelegen als der vorhergehende, wird der Kern des Nervus facialis aus besonders grossen, mit starken Fortsätzen versehenen Ganglienzellen gebildet.

Nervus acusticus. Sein Kern ist in der Rautengrube dort zu suchen, wo sie ihre grösste Breite erreicht; er erstreckt sich, nahe unter ihrer Oberfläche, von der Raphe bis unter die Pedunculi cerebelli hin und nimmt von der Mitte nach aussen an Dicke zu, so dass er an Querschnitten die Form eines Dreieckes annimmt, dessen Spitze an der Raphe gelegen ist. Der mediale Theil dieses Kernes wird als *innerer Acusticuskern* beschrieben; er enthält eine grosse Zahl kleiner, multipolarer Ganglienzellen mit rundlichem Körper und feinen Fortsätzen. Der laterale Theil, welcher von dem Pedunculus cerebelli gedeckt wird, auch als *äusserer Acusticuskern* beschrieben, enthält spärliche, aber grosse, pyramidenförmige Ganglienzellen mit starken und reich verästigten Fortsätzen; er steht durch Faserzüge in Verbindung mit dem *Dachkerne* des Kleinhirnes, welcher durch ähnlich gestaltete Ganglienzellen ausgezeichnet ist. Ausser den genannten zwei Kernen unterscheidet man noch einen *vorderen Acusticuskern*, welcher ganz abseits von ihnen lateralwärts an den Pedunculus cerebelli angelagert und nahe den Austrittsstellen der Acusticuswurzeln sich befindet. Der hier vorkommenden blasenförmigen Ganglienzellen wurde bereits gedacht. Aus diesem Kerne nehmen auch jene Fasern den Ursprung, welche der Portio intermedia *Wrisbergii* angehören.

Nervus glossopharyngeus und *vagus.* Die Ursprungskerne dieser beiden Nerven bilden ein zusammenhängendes Zellenlager, dessen hinterer Abschnitt, der Ala cinerea der Rautengrube entsprechend, dem Vagus, und dessen vorderer, bis an den inneren Acusticuskern hinaufreichender Theil dem Glossopharyngeus angehört. Die Ganglienzellen sind multipolar, spindelförmig, an verschiedenen Stellen verschieden gross.

Nervus accessorius. Er erhält seine Fasern zum Theil noch aus dem Kerne des Vagus, zum Theil aber entspringt er aus einer Zellensäule, welche sich rückwärts an diesen anschliesst und bis weit hinab in die vorderen, grauen Hörner des Rückenmarkes sich verfolgen lässt.

Nervus hypoglossus. Sein Kern liegt in dem hintersten Theile der Rautengrube, unmittelbar unter der Oberfläche derselben und knapp neben der Raphe. Die Beschaffenheit seiner Ganglienzellen ist oben erwähnt worden.

d) **Die Rinde des Kleinhirnes** zeigt sich an Durchschnitten aus drei gut gesonderten Schichten zusammengesetzt. Die *oberflächlichste (graue Schichte)* ist, ähnlich der entsprechenden Schichte der Grosshirnrinde, verhältnissmässig arm an nervösen Elementen, die Neuroglia bildet den vorwiegenden Bestandtheil. Neben vereinzelten, kleinen, mehrstrahligen Ganglienzellen enthält diese Schichte ein feines Netzwerk von Nervenfasern, zu welchem sich an der inneren Grenze noch parallel zur Oberfläche verlaufende Faserzüge gesellen. Die *mittlere (Zellschichte)* ist besonders charakterisirt durch eine Lage grosser, mehrstrahliger Ganglienzellen mit rundlichem oder birnförmigem Körper, welche man nach ihrem Entdecker als *Purkinje'sche Zellen* bezeichnet. Einer ihrer Ausläufer zeigt in exquisiter Weise die Kennzeichen des Axencylinderfortsatzes und läuft gerade durch die innere Schichte hindurch in die weisse Substanz, wo er zur markhaltigen Nervenfaser wird. Die anderen Fortsätze entstehen sämmtlich an der, der Oberfläche zugewendeten Seite der Zelle und zeichnen sich durch besondere Stärke und reichliche Verästigung aus. Sie durchziehen die graue Rindenschicht bis nahe an die Oberfläche, biegen dort um und lösen sich in das daselbst befindliche Nervenfasernetz auf. Dieses zieht sich durch die Zellschichte bis in die innere Schichte hinein fort *(Hadlich, Boll)*, und ist wahrscheinlich dem mehrbesprochenen *Gerlach'schen* Netze gleichzustellen. Die *dritte Schichte (Körnerschichte)* zeigt einen ausserordentlichen Reichthum an kleinen, rundlichen Zellen, welche man, da ihr Charakter nicht näher bekannt ist, als *Körner* aufzuführen pflegt. Nach *Boll* gehört mindestens ein grosser Theil dem Bindegewebe an. Jedoch beschreibt dieser Autor daneben noch multipolare, pigmentirte Ganglienzellen und kleine bipolare Zellen, welche in den Verlauf von Nervenfasern

eingeschaltet sind. Die letzteren gelangen aus der weissen Substanz in diese Schichte hinein, vertheilen sich vielfach und übergehen in das besprochene Nervennetz. Ausserdem wird die Körnerschichte von den Axencylinderfortsätzen der *Purkinje'schen* Zellen durchsetzt.

e) **Hypophysis cerebri.** Sie ist, wenn sie auch im ausgewachsenen Individuum als ein Anhangstheil des Gehirnes erscheint, doch nur zum kleineren Theile zu demselben gehörig. Sie besteht nämlich aus zwei ihrer Abstammung und ihrem Bau nach ganz differenten Abschnitten (Lappen), von denen der vordere ein drüsiges Gebilde, der hintere, bedeutend kleinere Antheil aber eine Fortsetzung des Trichters darstellt und daher dem Nervensystem zugezählt werden muss. Beide sind durch ein starkes, venöses Netz von einander getrennt. Beim Menschen, sowie bei den höher stehenden Säugethieren ist aber auch in dem hinteren Lappen der Hypophysis nur sehr wenig von nervösen Elementen nachzuweisen. Dieselben sind vielmehr durch eine zellen- und blutgefässreiche Bindegewebsformation völlig verdrängt. Der vordere Lappen ist nach den neuesten, von *v. Mihalkovics* herrührenden Untersuchungen in den frühesten Embryonalstadien nichts anderes, als eine bläschenförmige Einstülpung der Mundhöhle, welche während der Ausbildung der Schädelbasis von der Mundbucht abgeschnürt wird, jedoch eine Zeit lang noch mit dieser durch einen Gang in Verbindung erhalten wird. Bevor noch dieser letztere völlig obliterirt ist, entwickeln sich in der Wand des Bläschens schlauchartige, drüsige Bildungen, zwischen welche das umliegende, gefässreiche Bindegewebe eindringt. Diese schlauchförmige, mit kubischem Epithel ausgekleidete Drüsenformation erhält sich dann auch während des ganzen Lebens als der wesentliche Bestandtheil des vorderen Lappens. Auch Reste der ursprünglichen Höhlung sind, wenn auch nicht ganz constant, im erwachsenen Menschen noch zurückgeblieben. Es muss sohin der vordere Lappen der Hypophysis als ein, vom äusseren Keimblatte abstammendes, dem Drüsensystem der Mundhöhle äquivalentes Gebilde angesehen werden, welches aber im Laufe der Entwicklung von seinem Mutterboden völlig getrennt worden und bis zu einem gewissen Grade verkümmert ist.

f) Die **Zirbeldrüse.** Es ist weder ihr histologischer Bau noch ihre physiologische Bedeutung unserem Verständnisse zugänglich.

Wenn sie auch durch Vermittelung der Zirbelstiele äusserlich in Zusammenhang mit der Substanz des Hirnes zu stehen scheint, so lehrt doch eine genauere Untersuchung, dass keine Nervenfaser aus den Stielen in die Zirbeldrüse selbst eindringt, dass eine Verbindung beider nur durch Bindegewebe und Blutgefässe hergestellt ist. Die Nervenfasern der Zirbelstiele gehen vielmehr sämmtlich commissurenartig von einer zur anderen Seite. Die Zirbeldrüse selbst ist von einer aus fibrillärem Bindegewebe geformten Hülle umschlossen, von welcher Abzweigungen in das Innere eindringen, um daselbst ein verhältnissmässig starkes Septensystem herzustellen. Die Räume, welche von demselben umschlossen werden, sind von annähernd kugeliger Gestalt und von einem reticulären Zellennetze ausgefüllt, in dessen Lücken rundliche, mit sehr hinfälligen Ausläufern versehene Zellen eingelagert sind. Die mittleren Partien dieser follikelartigen Gebilde enthalten beim Menschen den sogenannten *Gehirnsand* (*acervulus*) d. i. rundliche oder maulbeerartige Concremente, welche häufig eine concentrische Schichtung erkennen lassen und neben einer organischen Grundlage hauptsächlich aus kohlensaurem Kalk und phosphorsaurer Magnesia bestehen. An der vorderen, concaven Fläche trägt die Zirbeldrüse einen flimmernden Zellenbelag.

Hüllen des Gehirnes und Rückenmarkes. Von den drei, die nervösen Centralorgane umschliessenden Häuten gehen die Dura mater und die Arachnoidea in einer fortlaufenden Flucht über das Gehirn und Rückenmark hinweg. Die Pia mater hingegen, als Trägerin der Ernährungsgefässe, zieht sich in alle Windungen und Furchen dieser Organe hinein und hängt durch Vermittlung der Blutgefässe und der mit denselben abzweigenden Bindegewebszüge inniger mit ihnen zusammen. Durch die Uebereinanderschichtung der genannten drei Häute entstehen Räume und Spalten, welche entweder mit geringen Mengen von Flüssigkeit (*Cerebrospinalflüssigkeit*) erfüllt sind oder auch durch unmittelbares Aneinanderliegen der Häute geschlossen sein können. Der äusserste dieser Räume, zwischen Dura mater und Arachnoidea gelegen, heisst der *Subduralraum*, auch *Arachnoidealraum*, weil man sich bis vor kurzer Zeit vorstellte, dass die Arachnoidea eine Art von serösem Sack vorstelle, dessen äusseres Blatt mit der Innenfläche der Dura mater verwachsen wäre.

Der zwischen Arachnoidea und Pia mater befindliche *Subarach-*

noidealraum bildet nicht, wie der früher genannte, ein fortlaufendes Continuum, sondern zerfällt aus dem Grunde, weil die beiden Häute an vielen Stellen, namentlich an den Kuppen der Hirnwindungen mit einander verschmolzen sind, in zahlreiche kleinere oder grössere Abtheilungen, welche indessen alle mit einander anastomosiren. Auch im Rückgratskanale wird dieser Raum durch das *Ligamentum denticulatum* in eine *vordere* und *hintere* Abtheilung geschieden. Dieser Raum, der eigentliche Behälter der Cerebrospinalflüssigkeit, ist ausserdem allenthalben von stark verästigten Bindegewebsbalken durchzogen, welche in eminenter Weise die auf Seite 123 besprochenen Quellungserscheinungen auf Zusatz von Essigsäure zeigen. In ihm verlaufen ferner, insbesondere an der Schädelbasis eine Strecke weit die gröberen Blutgefässstämme. Ein dritter Raum, der sich jedoch nur künstlich durch Aufblasen oder Injection, oder auch nach manchen mit Schrumpfungen einhergehenden Härtungsmethoden als solcher demonstriren lässt, befindet sich zwischen der freien Gehirnoberfläche und der Pia mater. Er wird als *Epicerebralraum* bezeichnet. Er wird natürlich von den zahlreichen aus der Pia in das Gehirn eintretenden Blutgefässen und Bindegewebsbälkchen durchzogen. Wir werden dieser Räume weiter unten bei Besprechung der Lymphbahnen noch zu gedenken haben.

In Betreff der einzelnen Häute muss vorerst bemerkt werden, dass nur die beiden inneren genetische Beziehungen zum Centralnervensystem besitzen, die Dura mater hingegen als Bestandtheil der Wandung sowohl der Schädel- als auch der Rückgratshöhle sich entwickelt. Während aber die Dura mater spinalis im Laufe der Entwicklung ihr Verhältniss zum Knochen aufgibt, behält die Dura mater cerebri, wenigstens zum Theile, zeitlebens die Bedeutung *eines Periostes der inneren Schädelfläche* bei. Man unterscheidet demzufolge an der Dura mater *zwei Schichten,* welche indessen geweblich keine auffallenden Differenzen zeigen. Ueberall sind es straffe Bindegewebszüge, mit reichlichen, elastischen Fasern durchzogen, welche die Hauptmasse dieser Haut ausmachen. An der *inneren* Oberfläche treten dieselben schon für das freie Auge deutlich hervor, und zwar insbesondere im Bereiche und in der Nähe der grossen Sichel, als sagittal verlaufende, in der Seitenwand- und Hinterhauptsgegend als mehr frontal gestellte, in weiten Bogen sich überkreuzende Faserzüge. An zelligen Elementen enthält sie die gewöhnliche Form der platten Bindegewebszellen, ausserdem aber in grosser Zahl die

Waldeyer'schen Plasmazellen. Die *äussere* Schichte der Dura mater ist ausserordentlich reich an Blutgefässen, von welchen grössere und kleinere Zweige in grosser Zahl in die Schädelknochen übertreten. Die innere Lage hingegen enthält nur wenige Blutgefässe. Die *Dura mater spinalis* zeigt insofern andere Verhältnisse, als sie mit der knöchernen Wand des Rückgratskanales keine nähern Beziehungen hat und nur an den Intervertebrallöchern inniger mit ihr zusammenhängt. Es findet nemlich die periostale Schichte der Dura mater cerebralis an dem Foramen occipitale magnum ihr Ende, so dass der Rückenmarksantheil der Dura mater nur mehr der inneren Lage der ersteren entspricht. Demgemäss ist sie verhältnissmässig arm an Blutgefässen. Die innere Oberfläche der Dura ist allenthalben mit einem continuirlichen Ueberzug von plattenförmigen endothelialen Zellen bekleidet. Die *Nerven* der Dura mater breiten sich hauptsächlich entlang den Blutgefässen aus und dürften wohl zum grössten Theile als Gefässnerven aufzufassen sein. Es ist jedoch nichts sicheres über ihr schliessliches Verhalten bekannt. An der Schädelbasis sind in ihrem Verlaufe an der oberen Fläche des Felsenbeines *Pacini'sche* Körperchen gefunden worden.

Die *Arachnoidea,* aus feineren Bindegewebsbündeln theils dichter, theils lockerer gewebt, enthält nur äusserst spärliche Blutgefässe und wahrscheinlich keine eigenen Nerven. An ihren freien Flächen trägt sie beiderseits einen ähnlichen Zellenbelag, wie die Dura mater.

Die *Pia mater* ist aus äusserst feinen Bindegewebsbündeln gebildet, welche sich streckenweise nur sehr schwer isolirt darstellen lassen; elastische Fasern scheinen vollkommen zu fehlen. Blut- und Lymphgefässramifikationen sind in ihr ausserordentlich reichlich, ebenso Nervenausbreitungen in grosser Zahl vorhanden. Es ist besonders zu erwähnen, dass die letzteren in Begleitung der Blutgefässe auch in die Substanz des Gehirns und Rückenmarkes eindringen (*Kölliker*). Die von der Pia mater sich abzweigenden *Telae choroideae* zeigen einen analogen Bau. Sie besitzen jedoch an ihren freien Flächen einen Belag von kubischen, stark granulirten Zellen, welche bei Embryonen und neugeborenen Kindern Flimmercilien tragen. Diese Zellen enthalten gewöhnlich krümliche, gelbbraune Pigmentschollen oder auch gelblich gefärbte Fetttröpfchen, und ist an ihnen noch bemerkenswerth, dass sie dünne, fadenförmige Fortsätze in die unterliegende Bindegewebsschichte hineinschicken. Die *Plexus choroidei* bestehen im Wesentlichen aus Ramifikationen feiner

Blutgefässe, deren einzelne Abtheilungen knäuelförmig gewundene, zottenartige Läppchen darstellen. Zotten in gewöhnlichem Sinne kommen nicht vor. Es sind vielmehr die sämmtlichen Blutgefässe an ihrer ganzen Oberfläche mit kubischen Zellen bekleidet, wie sie an den Telae choroideae beschrieben worden sind. Die zwischen ihnen bleibenden Lücken werden durch eine vollkommen strukturlose Substanz ausgefüllt. Abzweigungen dieser Gefässe treten in die Gehirnsubstanz ein.

Die *Blutgefässe* des Gehirnes und Rückenmarkes zeigen ein ziemlich übereinstimmendes Verhalten. Es ist vor Allem hervorzuheben, dass das capillare Netz in der grauen Substanz ein viel dichteres ist als in der weissen, aber continuirlich von der einen in die andere übergeht. In der grauen Substanz ist übrigens die Gefässvertheilung durchaus nicht allerorts eine gleichmässige, so dass beispielsweise die tieferen Schichten der Gross- und Kleinhirnrinde viel reicher an Gefässen sind, als die oberflächlichen. Die einzelnen Capillarröhrchen sind in der weissen Substanz länger, in der grauen kürzer und stärker verästigt, theils in halbkreisförmigen, theils in spiralförmigen Touren gekrümmt. Da die meisten zuführenden arteriellen Gefässe sich schon in der Pia mater in feine Zweige auflösen, und als solche in die Substanz der Centralorgane eintreten, so kann man nicht erwarten, dass ausgebreitete, arterielle Astbildungen in dieser vorkommen. Die erwähnten feinen Zweigchen zerfallen vielmehr nach kurzem, senkrecht zur Oberfläche gerichtetem Verlaufe baumförmig in die Capillargefässe. Nur durch die Laminae perforatae der Gehirnbasis dringen etwas stärkere arterielle Gefässchen ein. Aehnlich verhalten sich die abführenden Venen; sie verlassen schon als kleine Stämmchen, welche nicht immer in Begleitung von Arterien verlaufen, die Substanz des Gehirns und Rückenmarks, um sich erst in der Pia mater zu grösseren Venen zu sammeln. Bemerkenswerth ist jedoch das constante Vorkommen zweier kleinen Venenstämmchen, welche zur Seite des Centralkanales durch die ganze Länge des Rückenmarkes verlaufen und sich noch beiderseits an der Raphe der Rautengrube auffinden lassen. An dieser letzteren Stelle, sowie in der Nähe des Conus medullaris sammeln sie sich aus mehreren, kleineren, venösen Gefässen. Die grossen Abzugswege des Venenblutes werden für das Rückenmark durch den Plexus venosus internus, für das Gehirn durch die Sinus durae matris hergestellt. Die letzteren, meist zwischen beiden Blättern

der Dura mater gelegen, besitzen mit Ausnahme einer endothelialen Auskleidung, aus grossen, platten, polygonalen Zellen bestehend, keine eigenen Wandungen.

Ueber die *Lymphgefässe* siehe unten.

III. Die peripheren Nerven.

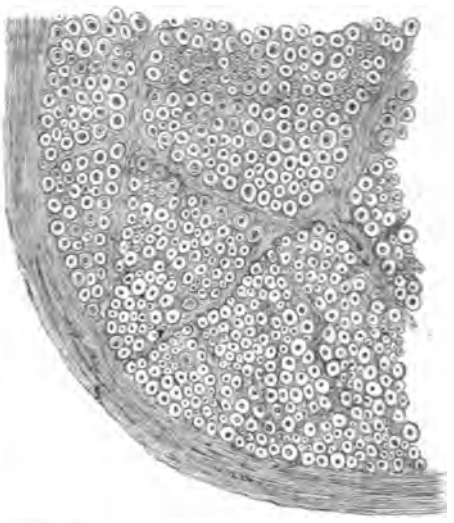
Aus der Oberfläche der Centralorgane treten an bestimmten Stellen die Nervenfasern, zu Bündeln geordnet, hervor (*Nervenwurzeln*). Ein jedes dieser Bündel erhält eine zarte, bindegewebige Umhüllung, welche sich aus den Elementen der Pia mater zusammensetzt. Mehrere solcher Nervenwurzeln legen sich nun zu einem *Nervenstamm* aneinander, durchbrechen die Arachnoidea und führen auch von ihr bindegewebige Elemente mit. Eine festere Umhüllung erhält der Nervenstamm erst von seinem Durchtritte durch die harte Hirnhaut ab, indem sich von dieser aus derbe Bindegewebszüge auf die Oberfläche des Nervenstammes herüberschlagen.

Wir sehen also eine fortlaufende Continuität des Bindegewebes der sämmtlichen Hirn- und Rückenmarkshäute mit jenem Bindegewebe, welches in den Aufbau der grösseren Nervenstämme einbezogen ist. In einzelnen Fällen erhält sich eine nachweisbare Sonderung zwischen den Gewebsantheilen, welche die einzelnen Hirnhäute in den Nervenstamm hineinschicken (Nervus opticus); meistentheils aber vermengen sie sich bald derart, dass nur noch die äussere Umhüllung des Nerven als continuirliche Fortsetzung der Dura mater erkannt werden kann.

Die Zerlegung eines beliebigen, grösseren Nervenstammes mit Scheere und Pincetten lässt schon mit Leichtigkeit erkennen, dass die verhältnissmässig starke allgemeine Bindegewebshülle (*Perineurium, Nervenscheide*) desselben eine Anzahl, durch lockeres Bindegewebe unter einander verbundener, gröberer Stränge in sich schliesst. Oftmals lassen sich diese wieder weiter in feinere Stränge zerlegen. Alle diese besitzen analog, wie der ganze Nervenstamm, ein selbständiges Perineurium. Das Bindegewebe, welches zwischen den einzelnen Strängen eines Nerven eingelagert ist, bezeichnet man als *Epineurium*. Von diesem ist endlich noch zu unterscheiden das *Endoneurium*, d. h. jene bindegewebigen Septa, welche innerhalb

der Nervenstränge zwischen die einzelnen Nervenfasern hinein sich erstrecken. Wenn man, wie dies von *Axel Key* und *Retzius* geschehen ist, das Epineurium als Fortsetzung der Arachnoidea betrachtet, so müsste man folgerichtig das Endoneurium als eine Fortsetzung der Pia mater ansprechen (*Schwalbe* für den N. opticus), während es von *Key* und *Retzius* ebenfalls aus der Arachnoidea hergeleitet wird. Wenn eine so scharfe Scheidung zwischen den bindegewebigen Bestandtheilen für den N. opticus auch zutreffend ist, so kann sie für die übrigen Nerven kaum einen anderen Werth,

Fig. 38.



Theil eines senkrechten Durchschnittes durch den Nervus medianus des Menschen. (Hartnack, Syst. VII. Ocul. 2.)

als den einer grob schematischen Anschauung beanspruchen, da an ihnen ein ununterbrochener Zusammenhang und ein ganz einheitlicher Bau der gesammten bindegewebigen Bestandtheile nachgewiesen werden kann. Es gestalten sich nemlich die Verhältnisse ganz analog, wie bezüglich der Perimysia der willkürlichen Muskulatur. Senkrecht zum Verlauf eines Nerven geführte Durchschnitte lassen dies ganz deutlich erkennen. Die äussere Umhüllung des Nervenstammes erscheint da in Form eines, aus dichtem fibrillärem Bindegewebe und elastischen Fasern geformten Ringes, von dessen innerer Umrandung sich allenthalben Bindegewebsbündel ablösen, um zwischen

die Querschnitte der einzelnen Nervenstränge einzudringen und daselbst locker gewebte Scheidewände herzustellen (*epineurales Bindegewebe*). Mit diesen steht dann wieder das Perineurium der einzelnen Nervenstränge in continuirlichem Zusammenhange, so dass das letztere ganz gut als eine dichter gewebte Lamelle des epineuralen Bindegewebes betrachtet werden könnte. Der Querschnitt des einzelnen Nervenstranges wiederholt in Kleinem ganz das Bild des Gesammtnerven. Von der Innenfläche seines Perineuriums lösen sich bindegewebige Dissepimente ab, welche zunächst die Nervenfasern gruppenweise zu (primären) Bündeln vereinigen, mit ihren feinsten Ausläufern aber sich zwischen die einzelnen Nervenfasern selbst hinein begeben (*endoneurales Bindegewebe*). Es kommt so zur Bildung eines zarten vielfächerigen Scheidewandsystemes, welches für jede einzelne Nervenfaser eine gesonderte Umhüllung liefert. Dieses endoneurale Bindegewebe lässt nur in seinen stärkeren Septen noch eine fibrilläre Beschaffenheit erkennen, die Hüllen der einzelnen Fasern aber erscheinen als zarte homogene Häutchen mit ab und zu angelagerten, platten Zellen. Sie treten an dünnen Querschnitten erst nach Anwendung verschiedener Färbemethoden deutlich hervor, am besten dann, wenn der Zusammenhang des Schnittes durch die Präparation etwas gelockert worden ist.

Nachdem in Vorstehendem das bindegewebige Gerüste der Nerven beschrieben worden ist, so wenden wir uns nun den Nervenfasern selbst zu. In den Nerven, welche man als *Gehirn- und Rückenmarksnerven* bezeichnet, kommen in ganz überwiegender Mehrzahl markhaltige Fasern vor. Die marklosen sind nur in kleinen, vereinzelnten Bündelchen an manchen Verlaufsstrecken dieser Nerven vertreten. Bezüglich der markhaltigen Fasern vermag man in einem und demselben Strang, ja in einem und demselben Bündel öfters die verschiedensten Dickendurchmesser nachzuweisen. Dies ist immer der Fall bei den sogenannten gemischten Nerven. In vorwiegend motorischen Nerven gehören die Fasern der grösseren Zahl nach zu den breiteren, in den vorwiegend sensiblen aber zu den dünneren und dünnsten Arten. Die Fasern verlaufen innerhalb der Nervenstämme ungetheilt und im Grossen und Ganzen in paralleler Richtung zu einander. Dabei kommt es aber nicht selten vor, dass einzelne Fasern von einem Bündel in ein anderes übertreten, dass ein Strang mit einem benachbarten Anastomosen eingeht oder sich theilt oder endlich, dass zwei Stränge oder Bündel sich miteinander ver-

einigen. Eine solche Umordnung der Fasern vollzieht sich in den grossen Nervenstämmen nur ausnahmsweise an einzelnen Stellen und betrifft immer nur einen kleineren Theil derselben; in ausgiebiger Weise erfolgt sie jedoch in den sogenannten *Nervenplexus,* deren Bedeutung ja hauptsächlich darin gelegen ist, dass die aus ihnen hervorgehenden Nerven aus Faserantheilen verschiedener Stämme zusammengesetzt und geordnet worden sind.

Wenn das Angeführte nun hauptsächlich für die grösseren Stämme der cerebrospinalen Nerven gilt, so zeigen sich an den kleineren Zweigen derselben doch ganz analoge Verhältnisse. Die Verästigung eines Nervenstammes geschieht einfach in der Weise, dass ein stärkeres Dissepiment von der äusseren bindegewebigen Umhüllung aus sich entwickelt, welches die Stränge des Nerven in zwei Abtheilungen sammelt. Diese letzteren gewinnen allmälig an Selbständigkeit dadurch, dass sich immer mehr und mehr Bindegewebszüge aus der allgemeinen Umhüllung in das Septum einsenken und sich dergestalt anordnen, dass jede Abtheilung ihre gesonderte Umhüllung erhält. Beide Abtheilungen können noch auf weite Strecken hin durch lockeres Bindegewebe verbunden bleiben, bis sie sich endlich gänzlich von einander lösen. In anderen Fällen kommt es nur zur Ausscheidung eines einzigen Stranges aus der Continuität des Nerven, welcher dann sein eigenes Perineurium behält, und dasselbe noch durch Entlehnung von Faserzügen aus der allgemeinen Umhüllung verstärkt. Die kleineren Nervenzweige zeigen, bevor sie in den Ort ihrer Bestimmung eintreten, noch immer eine deutliche Abtheilung ihrer Fasern zu mehreren Bündeln, in welche sie dann im weiteren Verlaufe innerhalb des zu versorgenden Organes zerfallen.

Die Nerven *des sympathischen Systemes* unterscheiden sich von den cerebrospinalen durch die hervorragende Betheiligung von marklosen Nervenfasern an ihrem Aufbau. Das numerische Verhältniss derselben zu den markhaltigen Fasern wechselt je nach den verschiedenen Oertlichkeiten, doch bleibt die Anzahl der letzteren in allen Gebieten eine bemerkenswerthe. Beide Arten von Fasern sind gewöhnlich durch einander gemengt, manchmal aber auch (in gewissen Bezirken des Grenzstranges) tritt eine schärfere, bündelweise Sonderung der markhaltigen und marklosen Fasern auf. In den feinsten, noch mit freiem Auge verfolgbaren Zweigchen der Geflechte und peripheren Ausstrahlungen des Sympathicus sind stets noch beide Arten vertreten. Ausserdem sind die sympathischen Nerven

noch dadurch ausgezeichnet, dass sie häufig in ihrem Verlaufe einzelne, oder kleine Gruppen von Ganglienzellen eingestreut enthalten. Das Bindegewebsgerüste verhält sich im Wesentlichen gleich wie bei den cerebrospinalen Nerven, mit dem Unterschiede, dass von den marklosen Fasern nicht jede einzelne gesondert von dem endoneuralen Bindegewebe umgeben wird, sondern stets mehrere eine gemeinschaftliche Umhüllung erhalten.

Die Blutgefässe der Nerven sind ziemlich reichlich und stammen für die grössten Stämme meist aus eigenen, sie begleitenden Arterien, für die kleinen Zweige jedoch aus den Gefässen der unmittelbaren Umgebung. Das Bindegewebsgerüste gibt auch hier den Träger für ihre Ausbreitung ab. Das Capillarsystem, in den Septen der primären Bündel und auch zwischen den einzelnen Fasern gelagert, formt lang gezogene Maschen, indem die Capillarröhrchen grösstentheils mit dem Laufe der Fasern parallel gehen und nur durch spärliche Querästchen anastomosiren.

Ueber die *Lymphbahnen* siehe weiter unten.

IV. Die Ganglien.

In ihrem Verlaufe von dem Centrum gegen die Peripherie gesellen sich den Nerven an ganz bestimmten Oertlichkeiten Ganglienzellen zu. Erreichen die letzteren an einer umschriebenen Stelle eine grössere Anzahl, so gibt sich dies dem freien Auge durch eine spindelförmige, kugelige oder mehr unregelmässige Anschwellung kund, welche entweder in dem Verlaufe des Nerven eingeschaltet ist, oder ihm an einer Seite aufsitzt. Es sind dies die, in der Anatomie besonders benannten Ganglien, welche als *Stammganglien der cerebrospinalen Nerven*, und als *Ganglien im Bereiche des sympathischen Nervensystems* zusammengefasst werden können. Ausserdem aber finden sich in den Stämmen und Zweigen mancher Nerven einzelne oder zu kleinen Gruppen gesammelte Ganglienzellen vor, welche nur durch das Mikroskop nachgewiesen werden können (im Stamme des N. oculomotorius und accessorius *Willisii* und besonders reichlich in den sympathischen Nerven), und endlich an der letzten Ausbreitung der Nerven innerhalb der von ihnen versorgten Organe (Nervus glosso-pharyngeus und Ramus lingualis trigemini in

der Zunge, und am häufigsten wieder in den verschiedenen, vom Sympathicus versorgten Organen).

Fertiget man sich von irgend einem Ganglion in der Richtung der ein- und austretenden Nerven Durchschnitte an, so erhält man bei Untersuchung mit schwachen Vergrösserungen einen Ueberblick über die allgemeine Anordnung der Elemente desselben. Man überzeugt sich zunächst, dass die periphere Umhüllung der ein- und austretenden Nerven continuirlich in eine mehr oder weniger starke, das Ganglion bekleidende Membran übergeht. Die Fasern der *eintretenden* Nerven zerspalten sich sofort in zahlreiche kleine Bündel, zwischen denen entweder reihenartig, oder in kugeligen Haufen Ganglienzellen auftreten. Gewöhnlich bemerkt man auch eine plexusartige Durchflechtung der einzelnen Nervenbündel und ganz vereinzelte, in dieselben eingestreute Zellen. Gegen die Oberfläche des Ganglions hin sind die Zellen gewöhnlich dichter gehäuft, als in den mittleren Partien. Aus den zerstreuten Faserbündeln sammeln sich an einer oder mehreren Stellen der Peripherie die *austretenden* Nerven. Der ganze Ganglionknoten ist ausserdem von einem zart fibrillirten Bindegewebe durchzogen, welches sowohl mit der äusseren Umhüllung desselben, als auch mit dem endoneuralen Bindegewebe der ein- und austretenden Nerven in continuirlichem Zusammenhang steht. Ein sehr reichliches Capillargefässnetz, welches namentlich die einzelnen Zellen mit seinen Maschen umgibt, ist in dieses Bindegewebe eingelagert.

Die feineren Texturverhältnisse der Ganglien, insbesondere die näheren Beziehungen der Ganglienzellen zu den Nervenfasern lassen sich nur an Zupfpräparaten erforschen. Die Untersuchung bleibt unter allen Umständen eine äusserst schwierige; am besten noch ist es, ganz frische Objekte mit Jodserum entweder sofort, oder nach 2—3tägiger Maceration in dieser Flüssigkeit zu verwenden. Auch *Müller'sche* Flüssigkeit, oder doppelt chromsaures Ammoniak liefern nach mehrtägiger Einwirkung oft instructive Bilder. Um sich das Zerzupfen zu erleichtern, kann man auch das Ganglion durch 24—48 Stunden in verdünnte Salpetersäure oder Salzsäure (0·2 pro mille) einlegen und nach Auswaschen mit destillirtem Wasser auf 40—50 °C erwärmen.

In Betreff des Verhaltens der nervösen Elemente kann man nach unserem jetzigen Wissen die sämmtlichen Ganglien in zwei Gruppen abtheilen:

Die *Intervertebralganglien*, mit welchem das Ganglion *Gasseri*, die Ganglien im Stamme des N. acusticus, das Ganglion jugulare des Vagus und Glossopharyngeus vollkommen übereinstimmen, enthalten grosse, kuglige oder scheibenförmig abgeplattete Zellen, welche mit einer concentrisch geschichteten, kernhaltigen Hülle (siehe oben, Seite 104) umgeben sind. Neben diesen kommen immer noch kleinere Ganglienzellen vor, welche sich in ihrem Verhalten übrigens nicht weiter unterscheiden. Sie besitzen gewöhnlich zwei Fortsätze, welche nahe an einander aus dem Zellkörper austreten und meist ungetheilt, selten nach einer gabeligen Theilung, weiter verlaufen. Sie halten dabei nicht die gerade Richtung ein, schlingen sich vielmehr entweder um die Zelle herum oder machen anderweitige, bogige oder spiralige Krümmungen, so dass ihre Verfolgung sehr schwierig wird. Nach *Arndt* sind entweder beide Fortsätze oder nur einer derselben markhaltig, oder auch beide marklos, wobei man aber wohl annehmen darf, dass alle schliesslich in markhaltige Fasern übergehen. Neben diesen zwei stärkeren Hauptfortsätzen beobachtet man mitunter auch einen oder mehrere feine Ausläufer, über deren weiteres Schicksal nichts bekannt ist. Aus den entsprechenden Ganglien der Fische sind schon seit längerer Zeit, namentlich aber durch *Max Schultze* bipolare Ganglienzellen beschrieben worden, aus welchen beide Fortsätze genau diametral entspringen. — Apolare oder unipolare Ganglienzellen stossen zwar bei der Untersuchung sehr häufig auf, ja man muss gestehen, dass sie die weit überwiegende Mehrzahl bilden. Es lässt sich aber kaum ein stichhaltiger Einwand dagegen erheben, wenn man derzeit fast allgemein annimmt, dass man es dabei mit verstümmelten Formen zu thun habe.

Die Ganglien, welche im Bereiche *des sympathischen Nervensystems* vorkommen (dazu gehören auch die Astganglien des N. trigeminus, das Ganglion geniculi und das Ganglion petrosum des N. glossopharyngeus) enthalten im Allgemeinen kleinere Zellen, welche der Form und Beschaffenheit ihres Zellkörpers nach kaum wesentlich von den vorher beschriebenen abweichen. Auch sie besitzen eine kernhaltige Kapsel, welche mit ihren Elementen auf die austretenden Ausläufer übergeht. Ziemlich häufig kommt ein doppelter Kern vor, was bei Kaninchen und Meerschweinchen die Regel bildet. Wesentlich ist an ihnen, dass sie der grossen Mehrzahl nach der multipolaren Form angehören, dass ihre Ausläufer sämmtlich mark-

los und zum grössten Theil sehr zart und dünn sind. Mitunter kommen aber auch ziemlich starke Fortsätze zur Beobachtung. Alle Fortsätze der sympathischen Ganglienzellen scheinen sich bald nach ihrem Austritt zu verästigen, ihr weiteres Verhalten ist jedoch durchaus nicht klar gestellt; man darf wohl mit einiger Wahrscheinlichkeit vermuthen, dass sie zum grössten Theile in marklose (*Remak'sche*) Fasern übergehen. Völlig fortsatzlose, oft in Reihen oder Gruppen an einander gelagerte, kleinere Zellen (Zellennester *S. Mayer*), welche ziemlich constant in den sympathischen Ganglien vorkommen, hat man als Jugendformen von Ganglienzellen betrachtet. Im Sympathicus des Frosches besitzen viele Ganglienzellen eine umspinnende Faser (siehe oben, Seite 103), ein Befund, welcher nach *Courvoisier* auch bei anderen Wirbelthierklassen vorkommen soll. —

Zellen mit einem einzigen Fortsatze müssen wohl in ähnlicher Weise, wie oben bei den Intervertebralganglien angeführt ist, beurtheilt werden. — Nebensächliche Unterschiede, welche zwischen den einzelnen sympathischen Ganglien bestehen, beziehen sich auf die Vertheilung des stützenden Bindegewebes, auf die Anzahl der in die Knoten ein- und austretenden Fasern und etwa noch auf geringe Grössendifferenzen der Ganglienzellen.

Von wesentlich neuem Gesichtspunkt aus ist jüngst durch *S. Mayer* die histologische und funktionelle Bedeutung der Strukturelemente des sympathischen Nervensystems dargestellt worden. Es ist nicht möglich an diesem Orte die Gründe auseinanderzusetzen, welche diesem Forscher zur Aufstellung seiner völlig neuen Lehre Veranlassung gegeben haben; wir müssen uns begnügen hier anzuführen, dass nach *S. Mayer* die sämmtlichen peripheren Ganglienzellen eine ganz andere Bedeutung besitzen, als die der nervösen Centralorgane. Sie werden als zurückgebliebene Reste jener Bildungselemente angesehen, aus welchen ursprünglich die Nervenfasern sich entwickelt haben, und als solche den Kernen der *Schwann'schen* Scheide (Nervenkörperchen) homolog erachtet; beide diese Bildungen können unter Umständen auch an erwachsenen Individuen wieder zur Entstehung neuer Nervenfasern das Materiale liefern. Die Fortsätze der Ganglienzellen gehen nicht in wahre, funktionirende Nervenfasern über, sie sind gewissermassen unvollständig entwickelte Nervenfasern. Die Bedeutung der peripheren Ganglienzellen wäre eine ausschliesslich nutritive, indem sie mit ihren stofflichen Bestandtheilen zur Ernährung der Nerven

dienen und etwa so den Stoffwechsel derselben reguliren, wie die Fettgewebszellen den Gesammtstoffwechsel.

V. Die peripheren Endigungen der Nerven.

a) **Motorische Nerven.** Zu den Muskeln, welche aus *quergestreiften Fasern* zusammengesetzt sind, verhalten sich die Nerven in folgender Weise. Bald nach ihrem Eintritt in den Muskel zerfallen ihre Stämmchen in mehrere kleinere, eine kurze Strecke weit auf- und absteigende Aestchen, von welchen aus feine Zweige quer oder schief gegen die Muskelfaser-Richtung abgehen. Während dem erfolgt eine reichliche Vermehrung der Nervenfasern, indem sich eine jede einzelne Faser wiederholt dichotomisch theilt. Auch zahlreiche Anastomosen zwischen den einzelnen Nervenzweigchen kommen vor, so dass man recht wohl von einem, im Perimysium gelegenen, intramusculären Nervenplexus sprechen kann. Aus diesen Zweigchen, welche meist etwa 3—5 markhaltige Fasern führen, gehen nun ab und zu einzelne Fasern ab, welche sich noch ein- oder das anderemal theilen, bis sie endlich an die Muskelfaser selbst herantreten. Man überzeugt sich von diesem Verhalten leicht, wenn man flache Muskeln (z. B. Augenmuskeln von kleinen Säugethieren) in stark verdünnte Essigsäure (1 pro mille) einlegt und dann in toto mit mittelstarken Vergrösserungen untersucht. Es muss jedoch das physiologisch wichtige Faktum hervorgehoben werden, dass die Verästlung der Nerven und ihrer Fasern lange nicht in allen Muskeln in gleichem Maasse erfolgt. Gerade die Augenmuskeln sind es, welche durch ihre Nervenstämme eine im Verhältniss zu der Anzahl ihrer Muskelelemente bei weitem grössere Menge von Nervenfasern zugeführt erhalten, als dies beispielsweise an den Muskeln der Extremitäten der Fall ist. Da nun jede Muskelfaser ihre eigene Nervenendigung erhält, so ist es natürlich, dass in den Extremitätenmuskeln jede Nervenfaser sich öfters zertheilen muss, als in den Augenmuskeln und daher ein viel umfangreicheres Ramifikationsgebiet besitzt als in den letzteren. Damit steht aber die Möglichkeit einer viel distincteren Localisation der Bewegungsimpulse in den Augenmuskeln in Zusammenhang.

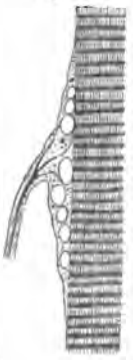
In allen Muskeln begegnet man einzelnen Nervenfasern, welche von dem geschilderten Verhalten abweichen, über längere Strecken

hin ungetheilt verlaufen und schliesslich noch im Perimysium sich verlieren, ohne dass sie mit Muskelfasern in direkten Zusammenhang treten würden. Man hält dafür, dass dies sensorische Fasern seien, welche das sogen. Muskelgefühl vermitteln dürften.

Für die Beobachtung des nun zu besprechenden *Endapparates* wählt man am besten zuerst die Muskelfasern von Schwimmkäfern, dann aber von Reptilien (namentlich von Lacerta viridis), welche ganz frisch in Humor aqueus zu untersuchen sind. Auch die Benützung von Ueberosmiumsäure oder Chlorgold kann empfohlen werden.

Die noch immer markhaltigen, und trotz der wiederholten Theilungen nicht bedeutend dünner gewordenen Nervenfasern treten unter Vermittelung der sogen. *Endplatten* mit der Oberfläche der Muskelfaser in Verbindung. Nach *W. Krause* besitzt bei den Wirbelthieren eine jede Muskelfaser, ob kurz oder lang, nur eine einzige Endplatte, während nach anderen Autoren (*Kühne*) längeren Fasern auch mehrere Nervenendigungen zukommen sollen. Das letztere ist bei wirbellosen Thieren an allen Muskelfasern ohne Ausnahme der Fall. Die Endplatten besitzen die Form ganz flacher, oder in der Mitte leicht conisch verdickter, rundlicher oder ovaler Scheiben, welche einen Theil der Peripherie der Muskelfaser umfassen. Sie bestehen der grösseren Masse nach aus einer äusserst blassen und zart punktirten Substanz, in welche ziemlich zahlreiche, helle, bläschenartige Kerne eingelagert sind. In der Profilansicht, in welcher die Endplatten an frischen Objekten am leichtesten erkennbar sind (Fig. 39), zeigen sie sich daher als blasse, gegen die Eintrittsstelle der Nerven zu etwas prominirende Streifen, oder auch als flach dreiseitige, hügelige Erhabenheiten (*Doyère'sche Hügel*), welche der Substanz der Muskelfaser unmittelbar aufsitzen. An solchen Ansichten kann man nun erkennen, dass der Axencylinder der herantretenden Nervenfaser in die feinkörnige Substanz der Platte eindringt und sich in derselben zunächst in zwei oder drei Aeste zerspaltet; man erkennt ferner, dass die Markscheide der Nervenfaser unmittelbar an der Endplatte ihr Ende findet, während die *Schwann'sche* Scheide sich als äussere Umhüllung derselben ausbreitet und mit dem Sarkolemma der Muskel-

Fig. 39.



Profilansicht einer Nervenendplatte aus der Muskulatur des Schenkels von Hydrophilus piceus. (Osmiumpräparat.) (Hartn., Immers. Syst. X. Ocul. 2.)

faser verschmilzt. Man überzeugt sich ferner, dass die bläschenartigen Kerne der Endplatte nicht der äusseren Umhüllung, sondern der feinkörnigen Substanz selbst angehören und besonders dort sich anhäufen, wo diese mit der quergestreiften Muskelsubstanz in Contact tritt. Endlich bemerkt man, dass die Endplatte nur oberflächlich der contractilen Substanz anliegt und nirgends zwischen dieselbe in die Tiefe eindringt. An Flächenansichten der Nervenendplatte sieht man eine, je nach der verschiedenen Thierklasse mehr oder weniger reichliche Verästigung des Axencylinders, dessen feine Endfibrillen schliesslich zugespitzt auslaufen. Es mag wohl in den Darstellungsmethoden gelegen sein, dass *W. Krause,* gegenüber den meisten anderen Autoren, die Endigung der feinen Nervenfäden als gewöhnlich knopfförmig beschreibt und abbildet.

Auch darin weicht der genannte Forscher mit *Kölliker* und *Beale* von der hier gegebenen und sonst allgemein herrschenden Anschauung ab, dass er angibt, die Nervenfaser durchbohre nicht das Sarkolemma, und die Endplatte sei daher durch das letztere von der contractilen Substanz getrennt. Den sichersten Beweis gegen die letztere Annahme bildet wohl die schon von *Kühne* gemachte und von mir mehrmals bestätigt gefundene Beobachtung, dass an solchen Muskelfasern, deren Sarkolemma in Folge von Schrumpfung der contractilen Substanz frei abgehoben ist, die Nervenendplatte der inneren Fläche des letzteren anhängend, deutlich nachgewiesen werden kann.

Bei den nackten Amphibien ist die Nervenendigung an den quergestreiften Muskelfasern insofern eine etwas verschiedene, als die feinkörnige Substanz der Nervenendplatte völlig fehlt. Doch dringt auch hier eine markhaltige Nervenfaser bis an die Muskelfaser heran und zerfällt dort in eine ganze Folge von marklosen Fibrillen, welche sich der Oberfläche der Muskelsubstanz anlegen.

Bemerkenswerth ist eine neuere Beobachtung von *Sachs,* nach welcher die Sehne des Musculus sternoradialis des Frosches stets einzelne markhaltige Nervenfasern enthält, welche sich in der Sehne verästigen, und dort als feine, marklose Fädchen ihr Ende finden. Endapparate an denselben, welche *Sachs* beschreibt, sind durch eine Untersuchung *Rollet's* bestätigt und genauer erforscht worden. *Rollet* nennt sie *Nervenschollen* und hebt ihre annähernde Uebereinstimmung mit den motorischen Endplatten hervor.

An der Muskulatur, welche aus *glatten Fasern* besteht, sind

bis jetzt keine eigentlichen Endapparate nachgewiesen worden. Die Nerven, welche dieselben versorgen, bilden gewöhnlich, schon bevor sie noch Muskellagen erreicht haben, reichliche Geflechte, aus welchen viele kleine Bündelchen markloser Fasern hervorgehen, um zwischen die Muskelbündel einzudringen. Dort erfolgt unter vielfacher Theilung der Fasern eine neue Plexusbildung (*intermediärer Plexus*), und aus diesem lösen sich erst einzelne blasse Fibrillen ab, welche zwischen die einzelnen Muskelfasern gelangen, und sich dort wieder zu sogen. *intramusculären Plexus* verbinden. Die aus solchen hervorgehenden feinsten Fibrillen legen sich nun an die Muskelfasern an. Von *Frankenhäuser* wird angegeben, dass diese Fibrillen in der Gegend des Kernes in die Muskelfaser eintreten und durch die Substanz desselben zu dem Kernkörperchen hinziehen, um in diesem zu endigen. *Arnold* hingegen theilt mit, dass nach seinen Beobachtungen die Fibrillen zwar zu den Kernkörperchen gelangen, jedoch nicht in ihnen ihr Ende finden, sondern einfach dieselben durchsetzen, um wieder aus den Fasern heraus zu dem intramusculären Plexus zu gelangen. Nach *Löwit* verlaufen die Endfibrillen in der Kittsubstanz zwischen den Muskelfasern und stehen mit diesen in der Gegend des Kernes — mit diesem letzteren direkt aber niemals — in Zusammenhang. Andere Forscher haben nicht einen so grossen Nervenreichthum in der glatten Muskulatur nachweisen können, und glauben, dass je eine Endfaser immer zu einem ganzen Muskelbündel in Beziehung trete.

Alle diese Angaben bedürfen indessen noch weiterer Prüfung. Die Methode der Chlorgoldimpregnation, welcher wir die meisten unserer Kenntnisse über die Ausbreitung markloser Nervenfasern verdanken, scheint für diesen Fall nicht hinzureichen: immerhin bleibt sie doch die beste unter jenen, welche bis jetzt bekannt geworden sind. Einer besonderen, allgemeinen Anerkennung erfreut sich derzeit für den vorliegenden Zweck eine durch *Löwit* eingeführte Modifikation der Chlorgold-Methode, welche im Wesentlichen auf der Verwendung von Ameisensäure als Reduktionsmittel beruht.

Anhangsweise möge hier der *electrischen Organe* gedacht werden, welche bei gewissen Fischgattungen (*Zitterwels, Zitteraal, Zitterrochen*) sich vorfinden und, von minder wesentlichen Details abgesehen, bei allen diesen einen übereinstimmenden Bau zeigen. Bei den *Zitterrochen* (*Torpedo*), welche, da sie im mittelländischen

Meere ziemlich häufig gefangen werden, in unseren Gegenden der Untersuchung am leichtesten zugänglich sind, sieht man das electrische Organ an der Bauchseite, beiderseits vom Kiemengerüste, als ein scharf umgrenztes, zungenförmiges, vom Kopfende bis an die obere Bauchgegend herabreichendes Feld, welches sich von den übrigen Theilen der Haut in auffallender Weise abhebt; es enthält nämlich eine grosse Anzahl regelmässiger Sechsecke eingezeichnet, von denen jedes annähernd den Raum eines □ Millimeters einnimmt. Diese Sechsecke sind die Grundflächen gewisser, in grosser Zahl nebeneinanderliegender Abtheilungen des electrischen Organes. Jede dieser Abtheilungen ist durch viele, blutgefässhaltige, bindegewebige Scheidewände, welche parallel der Basis gelagert sind, in eine Anzahl von übereinander liegenden *„Kästchen"* getheilt. Die letzteren enthalten je eine aus gallertartiger, äusserst fein punktirter Substanz geformte Scheibe, an welche eine oder mehrere markhaltige Nervenfasern herantreten, um sich in eine Art von Endplatte aufzulösen. In allen Kästchen liegt die Endplatte an derselben, und zwar an der der Bauchseite zugewendeten Fläche der Gallertscheibe. In ihr zerfällt der Axencylinder der Nervenfaser in zahlreiche Zweige, welche schliesslich ein äusserst feines und dichtes Nervennetz bilden (*Kölliker*). Jede der oben genannten Abtheilungen des electrischen Organes stellt gewissermassen eine electrische Säule dar, deren elektronegative Seite gegen die Nervenendplatte (d. h. die Bauchfläche des Thieres) gewendet ist. Als eine besonders merkwürdige Thatsache verdient verzeichnet zu werden, dass bei dem Zitterwels (Malapterurus electricus) alle die zahlreichen Nervenfasern, welche das electrische Organ versorgen, durch wiederholte dichotomische Theilungen aus einer einzigen (sogen. colossalen) Faser hervorgehen, welche im obersten Theile des Rückenmarkes aus einer grossen, für das freie Auge wahrnehmbaren Ganglienzelle entspringt.

Von allen neueren Autoren wird die auffallende Analogie der Nervenendigung in den electrischen Organen mit jener in den quergestreiften Muskeln hervorgehoben. Dieselbe wird um so bedeutungsvoller, als nach *Babuchin* die elektrischen Endplatten der Zitterrochen während des Embryonalzustandes mit quergestreiften Fasern in Zusammenhang stehen, welche ganz den embryonalen Muskelfasern gleichen. Im Laufe der Entwicklung verschwinden aber diese Fasern.

b) **Die sensitiven Nerven** zeigen in der peripheren Endigung ihrer Fasern eine grosse Mannigfaltigkeit. Sehen wir vorderhand ganz ab von den Endapparaten der höheren Sinnesnerven, mit ihren complicirten Structurverhältnissen und mit ihren eigenartigen Vorbauen und Nebenapparaten, durch deren Zusammentreten die, anatomisch mehr oder weniger selbständigen **Sinneswerkzeuge** gebildet werden, so haben wir es andererseits zu thun mit den Endigungen von Nerven, welche über die verschiedensten Gegenden des Körpers verbreitet, meist nahe der Oberfläche desselben in der äusseren Haut und in Schleimhäuten vorkommen und zur Vermittelung der Tast-, Druck- und Temperatur-Empfindung dienen.

Von vielen der hierher gehörigen Nervenfasern ist die Endigungsweise noch völlig unbekannt, indem sie nach Verlust ihrer Markscheide, häufig auch nach wiederholten Theilungen und Netzbildungen in sehr zarte Fäserchen übergehen, deren weitere Verfolgung mit unseren gegenwärtigen Hilfsmitteln nicht mehr möglich ist. Nur in einzelnen Gebieten (Hornhaut) lässt sich die *freie Endigung* derselben zwischen den Gewebselementen mit voller Sicherheit nachweisen.

Von einer grossen Zahl anderer sensibler Nervenfasern wissen wir hingegen, dass sie an bestimmten Oertlichkeiten, meist noch in markhaltigem Zustande, in eigene, völlig abgeschlossene Bildungen — *Terminalkörperchen* — eintreten, um in diesen ihr Ende zu finden. Es gibt nun eine ganze Anzahl verschiedener Formen dieser Terminalkörperchen, welche durch Eigenthümlichkeiten ihres Baues und durch den Ort ihres Vorkommens charakterisirt sind. Dabei ist zu bemerken, dass einzelne Arten von Terminalkörperchen bei gewissen Klassen oder Gattungen von Thieren nicht unerhebliche Differenzen im histologischen Bau aufweisen und darum auch besondere Namen erhalten haben. So gross aber die morphologischen Unterschiede zwischen den einzelnen Formen derselben ausfallen mögen, so scheint es doch, dass sie alle miteinander als nahe verwandte Bildungen betrachtet werden müssen; allerdings fehlt uns derzeit noch der richtige Schlüssel zu ihrer definitiven, vergleichenden Aneinanderreihung. Die hauptsächlichsten Formen der terminalen Körperchen sind die folgenden: die *Merkel'schen Tastzellen*, die *Meissner'schen (Wagner'schen) Tastkörperchen*, die *Krause'schen Endkolben* und die *Vater'schen (Pacini'schen) Körperchen*.

Die Tastzellen haben wir als die einfachste Art der Terminalkörperchen erst vor Kurzem durch *Merkel* kennen gelernt. Sie kommen in ausgezeichneter Weise in der Haut von Schwimmvögeln (Ente, Gans) vor, sind aber auch bei Säugethieren (Rüssel des Schweines, Tasthaare) beobachtet worden. Eine Tastzelle ist nun nichts anderes, als eine blasenförmige, mit hellem, rundem Kerne versehene Zelle, in deren Protoplasma sich eine marklos gewordene Nervenfaser einsenkt, um hier ihr Ende zu finden. *Merkel* betont die mannigfache Aehnlichkeit dieser Zellen mit den Spinalganglienzellen. Ihre Lagerungsstätten sind die oberflächlichsten Schichten der Cutis, über welche hinaus sie bei Säugethieren in das Epithel hinein vorrücken. Bei den Tasthaaren ist ihr Sitz in der äusseren Wurzelscheide.

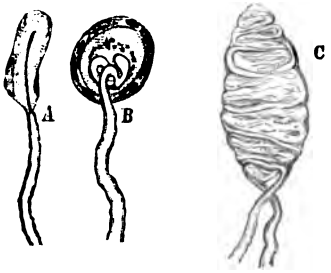
Mitunter kommt es vor, dass sich zwei Tastzellen mit einer gemeinschaftlichen Nervenendfaser aneinander legen und von einer gemeinsamen Bindegewebshülle umschlossen werden *(Zwillingstastzellen)*. In anderen Fällen vereinigen sich mehrere Tastzellen zu einem einheitlichen Gebilde mit einer gemeinsamen Bindegewebshülle, an welches eine markhaltige Faser herantritt; es sind dies die *einfachen Tastkörperchen Merkel's*. Das Verhältniss zu der Nervenfaser gestaltet sich hier so, dass die letztere ihre Markscheide vor dem Eindringen in das Körperchen verliert, die *Schwann'sche* Scheide in die bindegewebige Hülle des letzteren übergeht, und der Axencylinder sich, der Anzahl der vorhandenen Tastzellen gemäss, in mehrere Zweigchen auflöst.

Durch das Zusammentreten zweier oder mehrerer, einfacher Tastkörperchen entstehen die *zusammengesetzten Tastkörperchen*, in welchen zwei und mehrere Nervenfasern endigen. Als solche werden nun die *Meissner'schen (Wagner'schen)* Tastkörperchen des Menschen betrachtet, wenn gleich es im gegebenen Falle oft seine ernsten Schwierigkeiten hat, an ihnen den Typus der Tastzellen thatsächlich nachzuweisen.

Die Meissner'schen Tastkörperchen sind ellipsoidische, ganz scharf begrenzte Gebilde, welche sich schon bei oberflächlicher Beobachtung durch eine auffallende, quere Streifung auszeichnen. Ihre Länge kann 40—200 μ, ihre Breite 30—60 μ betragen. Sie bestehen aus einer zarten, bindegewebigen Hülle, aus einer feinkörnigen Inhaltsmasse mit länglichen, der Quere nach gestellten Kernen und

aus den Endzweigen der eingetretenen Nervenfasern. Von den letzteren sind es meist zwei oder mehrere, welche an einen Pol des Körperchens, oder an dessen seitliche Peripherie herantreten. An der Eintrittsstelle in das Körperchen verlieren die Nervenfasern ihre Markhülle und lassen ihre *Schwann'sche* Scheide mit der Bindegewebshülle des Körperchens verschmelzen; der Axencylinder theilt sich in mehrere, oft 4—6 blasse, zarte Fibrillen, welche sich der Innenfläche der Bindegewebshülle anlegen und quer oder schief zur Längsachse des Körperchens verlaufend noch eine Strecke weit verfolgt werden können. Ihr letztes Ende entzieht sich jedoch der sicheren Beobachtung. Nach *E. Fischer*, einem der neuesten Untersucher dieses Verhältnisses sollen die Nervenfasern innerhalb des Körperchens sich während ihres gewundenen Verlaufes dichotomisch verzweigen und mit ihren Enden bogenförmig in einander übergehen; nach *W. Krause* endigen sie frei mit knopfförmigen Anschwellungen. Ebenso im Unklaren ist man in Betreff der Deutung der eigenthümlichen Querstreifung unserer Körperchen. Während Einige (*W. Krause*) sie durch den queren Verlauf der Terminalfasern innerhalb des Körperchens erklären zu können glauben, wird sie von Anderen fast ausschliesslich auf Rechnung quergelagerter, stäbchenförmiger Kerne gesetzt, welche der Bindegewebshülle des Körperchens angehören sollen. Den Anschauungen *Merkel's* zufolge entsprechen die Querstreifen den Trennungsflächen der einzelnen Tastzellen, welche geldrollenartig zum Aufbau des Tastkörperchens zusammentreten. Tiefe, seitliche Einschnürungen der Tastkörperchen, oder auch völliges Zerfallen in zwei oder drei über einander liegende Stücke, wie solches von *Oehl, Thin* und *Merkel* beschrieben wird, könnte für den segmentirten Bau der Körperchen sprechen.

Fig. 40.



A. Krause'scher Endkolben aus der Conjunctiva des Kalbes (frisch mit 1 Proz. Essigsäure). (Hartnack, Syst. IX. Ocul. 2. Vergrösserung 200).

B. Kugeliger Endkolben aus der Conjunctiva des Menschen (frisch mit Essigsäure). ((Hartn., Immers. Syst. X. Ocul. 2. Vergrösserung 310.)

C. Meissner'sches Tastkörperchen aus der Fingerbeere eines erwachsenen Menschen. Chromsäurehärtung und Carmintinction. (Hartnack, Syst. IX. Ocul. 2. Vergrösserung 180.)

Die *Fundorte* der *Meissner'schen* Tastkörperchen sind hauptsächlich die Haut der Hohlhand und der Fusssohle, namentlich aber

das Bereich der Finger und Zehen, woselbst sie in den Cutispapillen ihren Sitz haben. An der Fingerbeere (Nagelglied) sind sie am zahlreichsten (es kommen ihrer auf 1 □ Millm. Haut ungefähr 21), an dem zweiten und ersten Fingerglied ist ihre Zahl schon geringer, und an der Mittelhand kommen nur mehr 1 bis 2 Körperchen auf den □ Millim. Haut (*Meissner*). An der Rückenfläche der Hand und des Fusses, in der Haut der Brustwarze, am rothen Lippenrande und an der Glans clitoridis finden sie sich bedeutend spärlicher, ganz vereinzelt in der Haut der Volarfläche des Vorderarmes. Besonders hervorzuheben ist, dass die von *Meissner* beschriebene Form von Tastkörperchen bis jetzt nur beim Menschen und bei Affen gefunden worden ist.

Als die besten Darstellungsmethoden der Tastzellen und Tastkörperchen sind die Behandlung von kleinen Hautstückchen mit Osmiumsäure, und darauf folgende Härtung in Alkohol (*Merkel*), ferner die Chlorgoldimpregnation und die vorsichtige Härtung der Haut in Chromsäure und Alkohol zu nennen. Die, früher allgemein und fast ausschliesslich geübte Methode der Behandlung von Durchschnitten der frischen Haut mit dünner Natronlauge kann auch heute noch auf's beste empfohlen werden.

Die **Krause'schen Endkolben** sind kugelige, ellipsoidische oder cylinderförmig gestreckte Gebilde, deren Bau etwas einfacher als der der vorher besprochenen Körperchen sich darstellt. In der Regel stehen sie blos mit einer einzigen, seltener mit zwei markhaltigen Nervenfasern in Verbindung. Sie besitzen eine zarte, bindegewebige Umhüllung, in welche die *Schwann'sche* Scheide übergeht, und an welcher man vereinzelte, platte, ovale Kerne unterscheiden kann. Dieses Bindegewebshäutchen umschliesst eine äusserst zart punktirte, mitunter auch fein gestreifte Substanz, den sogenannten *Innenkolben*, in welchem das Endstück der Nervenfaser eingelagert ist. — Nach *Longworth* und *Waldeyer* besteht der ganze Innenkolben der kugeligen Endkolben des Menschen aus eng aneinander gelagerten, kernhaltigen Zellen, in welchen, der Mittheilung des letztgenannten Forschers zufolge, einzelne Terminalfasern ihr Ende finden. *Waldeyer* hält diese Zellen daher für Analoga der *Merkel'schen* Tastzellen. — Bei den langgestreckten Formen der Endkolben tritt der Axencylinder an einem Pole derselben ein, und verläuft in der Axe des Innenkolbens gerade und ungetheilt bis nahe an den entgegengesetzten Pol, um daselbst fein zugespitzt, oder mittelst eines »End-

knöpfchens« (*Krause*) plötzlich zu endigen. Die kugelähnlichen Formen der Endkolben zeichnen sich überdies aus durch eine etwas stärkere Aussenhülle, und durch eine etwas grössere Anzahl von Kernen in derselben. Die eintretende Nervenfaser zertheilt sich in ihnen häufig in zwei Aeste und nimmt dann einen knäuelförmig gewundenen Verlauf an. In der Mehrzahl der Fälle ist dann das Ende der Faser nicht mehr zu entdecken, mitunter aber kann man constatiren, dass aus dem Nervenknäuel zwei oder mehrere marklose Fasern hervorgehen, welche fein zugespitzt, oder mit Endknöpfchen versehen, endigen (*W. Krause*).

Das Vorkommen der *langgestreckten* Endkolben ist, wie es scheint, auf die Säugethiere beschränkt, und zwar sind ihre bemerkenswerthesten Fundstellen: die Conjunctiva von Rind, Schaf und Pferd, ferner die verschiedensten Stellen der Haut, insbesondere bei manchen Nagethieren, ausserdem die Zunge, Lippe, die Clitoris und der Penis bei Kaninchen, Rind u. s. w. Die *kugeligen* Endkolben sind dem Menschen eigenthümlich, und zwar hat man sie in der Conjunctiva, an dem rothen Lippenrand, in der Schleimhaut der Zunge und der Mundhöhle überhaupt, in der Schleimhaut der Nase und des Kehldeckels und an der Eichel des Penis und der Clitoris nachgewiesen. Ausser dem Menschen hat man nur noch in der Conjunctiva und der Mundhöhlenschleimhaut einzelner Affenspecies kugelige Endkolben aufgefunden. Ihr Nachweis, und noch mehr ihre genauere Untersuchung begegnen grossen Schwierigkeiten. Am besten wendet man sich an die Conjunctiva bulbi, von welcher man, in ganz frischem Zustande ausgeschnittene, grössere Stücke sofort untersuchen kann. Falls bereits mehrere Stunden nach dem Tode verflossen, und die Gewebe bereits ziemlich undurchsichtig geworden wären, ist es nöthig, das ausgeschnittene Gewebe mit verdünnter Essigsäure zu behandeln (*W. Krause*). *Longworth* empfiehlt vorzüglich die Einwirkung der Ueberosmiumsäure.

Als verwandte Formen von Terminalkörperchen reihen sich hier die sogenannten *Wollustkörperchen* und die *Gelenknervenkörperchen* an. Die ersteren (auch Genitalnervenkörperchen genannt), finden sich in der Haut der Eichel des Penis und der Clitoris neben gewöhnlichen Endkolben und Tastkörperchen beim Menschen und bei verschiedenen Säugethieren vor; sie sind wahrscheinlich Conglomerate mehrerer einfacher Endkolben, welche in verschiedenem Grade mit einander verschmolzen sein können.

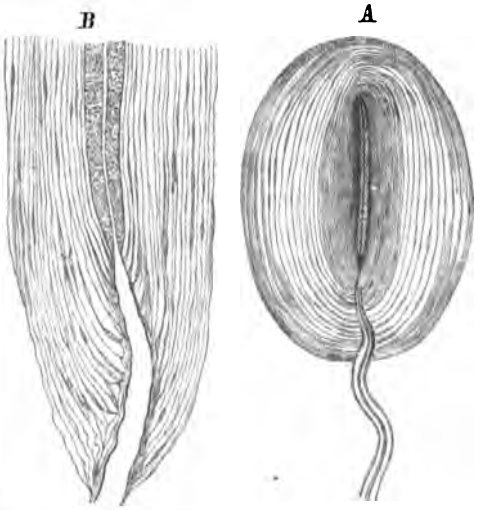
Die Gelenknervenkörperchen beschränken sich auf die Synovialhaut der Fingergelenke des Menschen und kommen ausserdem einzelnen Thieren (Kaninchen) zu. Sie sind viel grösser als die gewöhnlichen Endkolben, und nehmen gewöhnlich mehrere (bis vier) Nervenfasern in sich auf, aus welchen, nachdem sie sich knäuelartig durch einander gewunden haben, mehrere marklose Endfasern hervorgehen. Besonders ausgezeichnet sind sie durch eine grosse Anzahl von ovalen Kernen, welche in ihrem Innenkolben eingelagert sind.

Die **Vater'schen Körperchen** (*Pacini'schen Körperchen*) sind eiförmige oder ellipsoidische Gebilde, welche, ihrer beträchtlichen Grösse wegen, dem freien Auge leicht wahrnehmbar sind. Sie erscheinen demselben als scharf umgrenzte, weisslich durchscheinende Körperchen, in deren Achse meist ein opaker Streif hervortritt. Sie sitzen feinen Nervenfädchen wie an einem Stiele auf. Ihre Grösse schwankt im Durchschnitt zwischen 1·3 und 2 Mm. in der Länge und 0·7—1·2 Mm. in der Breite, jedoch kommen nicht selten noch grössere Exemplare vor. Den Untersuchungen *Genersich's* zufolge sind sie im kindlichen Alter stets viel kleiner und nehmen mit dem fortschreitenden Wachsthum des Körpers an Grösse zu, so dass sie bei alten Personen wohl das Doppelte und mehr der angegebenen Maasse erreichen können. Sie kommen beim Menschen in den verschiedensten Regionen des Körpers vor, und zwar besonders reichlich entlang dem Verlaufe der, die Finger und Zehen versorgenden Nervenstämmchen, ferner in geringerer Zahl in der Hohlhand und Fusssohle, in der Nähe der verschiedensten grösseren Gelenke, an den Ausstrahlungen der sympathischen Nerven der Bauchhöhle (namentlich hinter dem Kopf des Pankreas), am Rücken des Penis und der Clitoris und in der Umgebung der Steissdrüse; endlich nicht constant und vereinzelt an verschiedenen anderen Orten (an den Nerven der Brustdrüse, an den Intercostalnerven, in der Dura mater in der Gegend des Hiatus spurius canalis Fallopiae u. s. w.).

Mit Bezug auf ihren Bau sind die *Vater'schen* Körperchen dadurch ausgezeichnet, dass das Nervenfaserende von einem System vielfacher, in einander geschachtelter, membranöser Hüllen umgeben ist. Es erscheint daher ein solches Körperchen bei schwacher Vergrösserung (Fig. 41 A) mit einer grösseren Anzahl concentrisch geordneter und elliptisch gebogener Linien (die scheinbaren Durch-

schnitte jener Hüllen) besetzt, von denen die peripher gelegenen in etwas grösseren Abständen von einander sich befinden als die centralen. An einem Pole sieht man eine markhaltige Nervenfaser eintreten, welche, so wie ihre Fortsetzung — die *Terminalfaser* — in der Axe des Körperchens gelagert ist, jedoch den entgegengesetzten Pol nicht mehr erreicht. Die unmittelbare Umgebung der Terminalfaser wird von einer feinkörnigen Substanz — dem *Innenkolben* — eingenommen. Behufs der detaillirten Untersuchung fertigt man sich einerseits Zupfpräparate an, indem man mit Hilfe von

Fig. 41.



A. Vater'sches Körperchen aus dem Gekröse der Katze, frisch mit Kochsalzlösung. (Hartnack, Syst. II. Ocul. 2. Vergrösserung 28.)
B. Zupfpräparat von einem in Alkohol erhärteten Vater'schen Körperchen. An demselben ist das Verhalten der markhaltigen Faser nach ihrem Eintritt in das Körperchen und ein Theil des Innenkolbens zu sehen. Glycerinzusatz. (Hartnack, Syst. IX. Ocul. 2. Vergröserung 190.)

Nadeln die Hüllmembranen sorgfältig von einander abzulösen sucht, andererseits aber Durchschnitte durch das erhärtete und in eine gut schneidbare Masse eingebettete Objekt.

Die *Hüllmembranen* erscheinen im frischen Zustande als völlig homogene, structurlose Häutchen, welche in grossen Distanzen einzelne, platte, elliptische Kerne eingelagert enthalten. Durch Imprägnation mit Silbersalpeter lässt sich jedoch an ihnen ein System von dunklen Linien hervorrufen, welche in ihrer Anordnung völlig den Silberlinien an Endothelhäutchen entsprechen (*Hoyer*). Man ist daher

zu der Annahme berechtigt, dass die Hüllmembranen aus endothelartigen Zellen zusammengesetzt seien. Zwischen den einzelnen Membranen ist eine farblose, klare Flüssigkeit angesammelt, welche durch einen Nadelstich zum Theil entleert werden kann, worauf die Membranen sich flach, unmittelbar übereinander legen. An der Eintrittsstelle der Nervenfaser stehen die Hüllmembranen, wie man sich besonders gut an Zupfpräparaten überzeugen kann (Fig. 41 B), mit der *Schwann'schen* Scheide derselben in unmittelbarem Zusammenhang, oder besser gesagt, sie lösen sich, eine nach der anderen von der *Schwann'schen* Scheide ab, so dass eine jede Hüllmembran für sich als eine blasenförmige Erweiterung einer Schichte der *Schwann'schen* Scheide betrachtet werden kann. Damit soll indessen nicht gemeint sein, dass die *Schwann'sche* Scheide der Nervenfaser vor ihrem Eintritt aus eben so vielen nachweisbaren Schichten bestehe, als Hüllmembranen aus ihm hervorgehen.

Im weiteren Verlauf erhalten sich nicht alle Hüllen völlig selbständig, sondern es fliessen ab und zu zwei derselben ineinander, oder stehen auch durch schräg gelegte Septa miteinander in Zusammenhang. An dem der Eintrittsstelle entgegengesetzten Pole des Körperchens laufen die Hüllmembranen in vielen Fällen in einer Flucht fort, in anderen Fällen aber sieht man sie zu einem strangartigen, in der Fortsetzung des Innenkolbens verlaufenden Gebilde — dem sogenannten *ligamentum interlamellare* — verschmelzen.

Die *Nervenfaser,* welche häufig unter mehrfachen Schlängelungen an das Körperchen herantritt, verschmälert sich nach dem Eindringen in dasselbe allmälig, indem sowohl die *Schwann'sche* Scheide, als auch die Markscheide sich nach und nach verlieren, und geht endlich in eine gerade verlaufende, etwas abgeplattete, blasse Terminalfaser über. Diese endigt in einiger Entfernung von dem jenseitigen Pole des Körperchens entweder einfach zugespitzt, oder mit einem knöpfchenartigen Aufsatze, oder auch gabelig gespalten, mit doppeltem Endknöpfchen. Die Terminalfaser ist ihrer ganzen Länge nach von einer feinkörnigen Substanz umgeben, welche den *Innenkolben* formt. In demselben erscheinen auf Zusatz von Essigsäure mehrere ovale, längsgestellte Kerne. Durch 24stündiges Digeriren eines *Vater'schen* Körperchens in 20 % Salpetersäure lässt sich derselbe im Zusammenhang mit der Nervenfaser isoliren (*W. Krause*).

Die *Vater'schen* Körperchen besitzen eigene *Blutgefässe,* welche durch ein, mit der Nervenfaser eindringendes, feines, arterielles Ge-

fässchen gespeist werden. Aus diesem gehen langgestreckte, unregelmässig geschlängelte Capillaren hervor, welche zum grossen Theile in den peripheren Abschnitten des Körperchens zwischen den Hüllmembranen verlaufen. Ein oder das andere Capillarröhrchen ist übrigens auch gewöhnlich in unmittelbarer Nähe des Innenkolbens zu treffen.

Eine besondere Abart der eben beschriebenen Terminalgebilde kommt sehr verbreitet bei den Vögeln unter dem Namen der *Herbst'schen Körperchen* vor. Sie sind um Vieles kleiner als die ersteren und zeigen eine doppelte Streifung, welche in dem peripheren Abschnitte der Länge nach verläuft, in der Gegend des Innenkolbens aber der Quere nach gerichtet ist. Die letztere rührt von der queren Stellung der Kerne des Innenkolbens her. Eine ausgesprochene Bildung von geschichteten Hüllmembranen kommt bei ihnen nicht vor. Noch kleiner und einfacher gebaut sind die von *Grandry* entdeckten, und nach ihm benannten Terminalkörperchen. Sie sind ähnlich beschaffen wie die cylindrischen *Krause'schen* Endkolben und unterscheiden sich von ihnen durch eine doppelte Reihe von Kernen, welche in der zarten Hüllmembran eingelagert sind. Sie kommen ebenfalls bei Vögeln vor. Zwischen ihnen und den *Herbst'schen* Körperchen gibt es übrigens viele Zwischenformen.

Ausser den eben beschriebenen, in weiterer Verbreitung vorkommenden Terminalgebilden sind für einzelne Thiergattungen und für ganz umschriebene Oertlichkeiten noch mehrfache andere, sensible Nervenendapparate beschrieben worden, auf deren Details hier nicht eingegangen werden kann. Es mögen von solchen genannt werden die *Tastkegel* im Rüssel des Maulwurfes (*Eimer*) und ähnliche Bildungen bei verwandten Thierspecies (*v. Mojsisovics*), ferner die *Nervenringe* in den Ohrmuscheln der Maus (*Schöbl*), die *Endkapseln* in den Backendrüsen und am Penis des Igels, sowie in der Zunge des Elephanten (*W. Krause*), die *Tastkolben* in der Zunge und in dem Schnabel mancher Vögel (*W. Krause, Ihlder*).

Endlich sei noch erwähnt, dass von mehreren Autoren die Endigung feinster, sensibler Nervenfäserchen im Inneren von Epithelialzellen beschrieben worden ist. Indessen sind die meisten dieser Beobachtungen vereinzelt geblieben, und von mehreren Seiten entschieden als Irrthümer erklärt worden.

Das Wenige, was wir über die Endigungen der *Drüsennerven* wissen, soll betreffenden Ortes beigebracht werden. —

IV. Kapitel.

Der Circulations-Apparat.

I. Das Blutgefässsystem.

Mit seinen vier Abtheilungen, dem *Herzen,* den *Arterien,* den *Capillaren* und den *Venen,* stellt das Blutgefässsystem ein viel verzweigtes Röhrenwerk dar, welches, allseitig in sich abgeschlossen, nicht nur als einfacher Behälter der Blutflüssigkeit zu dienen hat, sondern auch mit der Aufgabe betraut ist, die ununterbrochene Circulation derselben innerhalb seiner weit ausgebreiteten Räumlichkeit im Gang zu erhalten. Während es im Plane der ganzen körperlichen Organisation gelegen ist, dass die Blutflüssigkeit von ihren centralen Sammelstätten aus rasch und ohne erhebliche Aenderung in ihrer chemischen Zusammensetzung zu den einzelnen Körpertheilen und ebenso von diesen wieder zurück gelange, ist es andererseits eine Grundbedingung für die Lebensthätigkeit der letzteren, dass in ihnen ein gewisser, je nach dem momentanen Bedürfniss abstufbarer Verkehr der Blutflüssigkeit mit den Gewebsbestandtheilen ermöglicht wird, ohne dass das Blut als solches das Gefässinnere verlässt. Diesen Anforderungen entsprechend, gestaltet sich der Bau der verschiedenen Abschnitte des Blutgefässsystemes. Das *Herz* mit seinen verschiedenen Kammern bildet den centralen Sammelort für die Blutflüssigkeit, aber auch die Stätte, von welcher aus der erste und grösste Impuls für die Blutbewegung ausgeht. Wir müssen also in ihm geräumige, aber an Fassungsvermögen erheblich veränderliche Höhlen finden, welche mit dem nöthigen, kräftigen Bewegungsapparat (*Muskulatur*) ausgestattet sind. Nicht minder sind im Herzen Vorrichtungen geboten, welche die Richtung des Blutstromes zu regeln im Stande sind (*Klappenapparat*). — Die *Arterien,* als verästigte Leitröhren für den aus dem Herzen gegen die Peripherie gerichteten Blutstrom, finden wir mit verhältnissmässig starken, in hohem Grade elastischen Wandungen versehen, welche ausserdem durch eine Beigabe von Muskelelementen eine active Contractilität erlangen. Es ist von hoher Bedeutung für die Regulirung des Blutstromes in den verschiedenen arteriellen Bezirken, dass die Muskel-

elemente einen um so grösseren Theil der ganzen Wandung der Arterien ausmachen, je mehr sich diese ihrer peripheren Endramifikation nähern. Unter vielfach wiederholten Theilungen nimmt an den einzelnen Arterienzweigen allmälig die Weite der Lichtung und die Dicke der Wandung ab, bis sie endlich in die *Capillargefässe* übergehen. Als jene Oertlichkeit, an welcher vornehmlich die Wechselbeziehungen zwischen Blutflüssigkeit und Gewebsbestandtheilen, zur Geltung kommen, ist das Capillargefässgebiet besonders ausgezeichnet durch reichliche Verästigung und netzartige Verbindungen seiner Röhrchen, sowie durch eine besondere Zartheit der Wandungen. Da die Capillargefässe zwischen die einzelnen Bauelemente oder wenigstens zwischen kleine Gruppen derselben eindringen, so ist die *Form* des Capillargefässnetzes zunächst durch den Bau der verschiedenen Gewebe bedingt; die *Reichhaltigkeit* seiner Verzweigungen aber steht mit dem Grade von Energie des Stoffwechsels, dessen die verschiedenen Gewebe oder Organe fähig sind, in Zusammenhang.

Aus den Capillaren sammeln sich in zahlreichen, kleinen Wurzeln die *Venen,* als Abzugskanälchen für das Blut in der Richtung gegen das Herz. Da der Druck, welchen das Blut gegen die Wandungen der Venen ausübt, in Folge der reichen Verästigung und der colossalen Erweiterung der Gesammtblutbahn in den Arterien und Capillaren, sowie in Folge der daselbst herrschenden Strömungswiderstände ein ganz geringer ist, so finden wir an den Venen verhältnissmässig zu ihrem Caliber nur sehr schwache Wände; immerhin aber enthalten sie alle jene Formbestandtheile, welche den Arterienwänden zukommen, nur in anderen Mengenverhältnissen und in etwas verschiedener Anordnung. Den verschiedenen Strömungsverhältnissen entsprechend zeigen übrigens die Venen verschiedener Körpertheile viel erheblichere Unterschiede in ihrem Bau, als wie die Arterien. Als hervorstechende Eigenthümlichkeit gegenüber den letzteren kommen ferner den Venen reichliche Anastomosenbildung auch in den grösseren Stämmen, und ein, in wechselndem Grade entwickelter Klappenapparat zu. Als besondere Formationen des Venensystemes werden wir die sogen. *Schwellkörper* und die *venösen Sinus* zu erwähnen haben.

Im Allgemeinen betheiligen sich an dem Aufbau der Blutgefässe die verschiedensten Gewebselemente; vorwiegend vertreten sind die elastische Substanz, Muskelelemente und das Binde-

gewebe in verschiedenen Erscheinungsformen; dazu kommen noch Blutgefässe (Vasa vasorum) und Nerven. Diese Formelemente sind so angeordnet, dass man an allen Theilen des Gefässsystemes, mit Ausnahme der Capillaren, drei verschiedene Schichten (Häute) unterscheiden kann, deren äusserste, zumeist und vorwiegend aus fibrillärem Bindegewebe bestehend, als *äussere Gefässhaut* (*Tunica adventitia*) bezeichnet wird. Sie vermittelt vorzugsweise den geweblichen Zusammenhang der Gefässe mit dem benachbarten Bindegewebe. Die *mittlere Gefässhaut* (*Tunica media, Ringfaserhaut*) ist vorwiegend durch Muskelfasern und Formen der elastischen Substanz zusammengesetzt; die *innerste Gefässhaut* (*Tunica intima*) besteht zunächst aus einem geschlossenen, von *endothelialen Zellen* gebildeten Häutchen, welches die unmittelbare Begrenzung des Gefässraumes abgibt. Indem sich dieses Endothelialrohr auch auf die Capillargefässe erstreckt, ja im Wesentlichen allein die Wandung derselben ausmacht, und andererseits auch die Innenfläche des Herzens überkleidet, so haben wir in ihm jenen Wandbestandtheil vor uns, welcher im ganzen Bereiche der Blutbahn die unmittelbare Grenzschichte der Gefässlichtung darstellt. Alle übrigen Bestandtheile der Gefässwände sind als Auflagerungen auf dasselbe zu betrachten, welche bestimmten Zwecken zu dienen haben. Derartige, aus elastischen oder bindegewebigen Substanzen bestehende Anlagerungen kommen übrigens auch noch der Intima zu.

1) Das Herz.

An seiner Wandung haben wir als hervorragendsten Bestandtheil die *Muskulatur*, als innere Bekleidung derselben das *Endocardium* und als äussere Bedeckung das *Pericardium* zu berücksichtigen. Mit dem Endocardium stehen in nächster Beziehung die *Klappenapparate* des Herzens.

Die besonderen Eigenthümlichkeiten, welche die *Muskelelemente* des Herzens vor allen quergestreiften Muskelfasern auszeichnen, sind bereits auf Seite 87 angeführt worden. Es erübrigt hier noch hinzuzufügen, dass die netzartig zusammenhängenden Muskelfasern zu feineren und gröberen Bündeln geordnet sind, welche, ebenso wie alle anderen Bündel der quergestreiften Muskulatur, ihr Perimysium besitzen. Die zwischen die Einzelnfasern eindringenden, zarten Abzweigungen des letzteren sind von einigen Autoren fälschlich als Sarkolemma angesehen worden. Die Muskelbündel verzweigen sich eben-

falls und durchflechten sich allenthalben sehr innig, nicht nur innerhalb jener Schichten der Herzmuskulatur, welche die Anatomie beschreibt, sondern sie übergehen auch allenthalben von einer in die andere Schichte, so dass diese nur künstlich von einander getrennt werden können. Als Ausgangs- und Haftpunkte der Herzmuskulatur werden die fibrösen Ringe der Kammerostien, sowie die Sehnen der Papillarmuskeln betrachtet. Beide sind aus sehr dichtem Bindegewebe, welches dem der Sehnen am nächsten steht, geformt.

An dem **Endocardium,** einer an verschiedenen Stellen ungleich dicken Membran, unterscheidet man eine bindegewebige Grundlage, welche reichlich mit Gebilden der elastischen Substanz durchsetzt ist, und eine endotheliale Zellenschichte, welche seine freie Oberfläche überzieht. Die letztere besteht aus einer einfachen Lage ziemlich grosser, unregelmässig polygonaler, ganz platter Zellen, welche, wie alle anderen Endothelzellen, in situ nur nach Impregnation mit salpetersaurem Silberoxyd beobachtet werden können. Unmittelbar unter dem Endothel findet sich ein dichtes Netzwerk feinster, elastischer Fasern, welches in eine dünne Lage ausgebreitet ist und als gesonderte Schichte isolirt werden kann.

Nach Aussen von diesem folgt eine Faserschichte, welche den grössten Antheil des Endocardiums ausmacht. Sie besteht aus fibrillärem Bindegewebe mit ausserordentlich reichlich entwickelten, feineren und gröberen, elastischen Fasernetzen, welche mitunter, und zwar häufig in dem Endocard der Vorhöfe zu elastischen Platten verschmolzen sind.

Von *Schweigger-Seidel* werden zu dem Endocardium auch noch Lagen von glatten und quergestreiften Muskeln gerechnet; sie sind jedoch nur an der Kammerscheidewand einigermassen deutlich von der grossen Muskelmasse des Herzens durch zwischengelagertes Bindegewebe abgehoben.

Die Verbindung des Endocards mit der Muskelschichte wird durch lockeres Bindegewebe hergestellt, welches mit dem Perimysium der Muskelbündel zusammenfliesst. Es ist hervorzuheben, dass der obengenannte Autor, sowie früher schon *Luschka,* den schichtenweisen Bau des Endocardiums in Analogie gebracht hat mit dem dreischichtigen Bau der Blutgefässwände, und zwar würde das Endothel mit dem unmittelbar unterliegenden, feinen, elastischen Netzwerk der Intima, das gröbere elastische Netzwerk (mit Inbegriff der zum Endocard gerechneten Muskulatur) der Media, und die äusserste,

lockere Bindegewebslage der Adventitia einer Gefässwand entsprechen. —

Die **Klappen** des Herzens bestehen aus einer dünnen, fibrösen Platte, welche aus den Faserringen der Ostien hervorgeht und gleichsam das Grundgerüste abgibt, über welchem hin sich das Endocardium ausbreitet. Die elastische und bindegewebige Schichte des letzteren sind hier jedoch beträchtlich verdünnt und stellenweise gar nicht deutlich erkennbar. In die Bildung der Zipfelklappen gehen ausserdem noch die Chordae tendineae mit ihren, nach verschiedenen Richtungen sich ausbreitenden Faserzügen ein. Die peripheren Theile der Zipfelklappen besitzen an der, dem Vorhofe zugewendeten Seite zahlreiche Muskelbündel, welche sich aus der Vorhofswand hierher erstrecken und theils kreisförmig, theils radiär angeordnet sind (*Gussenbaur*). Auch die Valvula Eustachii und V. Thebesii enthalten netzartig geordnete Muskelelemente.

Unter dem Namen der *Purkinje'schen Fäden* kommen in dem Endocard des Rindes, des Schweines und einiger anderer Thiere — nicht aber beim Menschen — netzartig geordnete Faserzüge von gallertartigem Aussehen vor, deren Ausbreitung auf der Innenfläche der Ventrikel — in den Vorkammern fehlen sie — sich zum Theile mit freiem Auge verfolgen lässt. Die einzelnen Fäden sind aus hellen, rundlichen, in einer oder mehreren Reihen an einander geordneten Zellen zusammengesetzt, welche zum Theile selbst einen leicht quergestreiften Inhalt besitzen, von Strecke zu Strecke aber durch wohl charakterisirte Muskelsubstanz ersetzt werden. Häufig scheinen diese Zellen ganz von einer Schichte quergestreifter Substanz umschlossen. Die histologische Bedeutung der *Purkinje'schen Fäden* ist noch völlig unklar — von den meisten Autoren werden sie vermuthungsweise als eigenthümliche Entwicklungsstadien von Muskelfasern angesprochen.

Das **Pericardium** zeigt an seinen beiden Blättern einen übereinstimmenden Bau. Es ist eine Bindegewebshaut, aus vielfach überkreuzten Fibrillenbündeln gewoben und von verzweigten, elastischen Fasern durchsetzt. Die letzteren sind an dem visceralen Blatte spärlicher und dünner. Die freie Oberfläche beider Blätter ist mit einem einschichtigen Belage von unregelmässig polygonalen Endothelzellen bedeckt. Zwischen dem visceralen Blatte und dem Herzmuskel kommt es häufig zu reichlicher Entwicklung von Fett-

gewebe, dessen Ausbreitung der Verzweigung der grösseren Arterien entlang erfolgt.

Die **Blutgefässe** des Herzens zeigen keine nennenswerthen Eigenthümlichkeiten; in der Muskelschichte werden sie, wie anderorts, vom Perimysium getragen und verbreiten sich in rascher Astfolge zwischen den Bündeln, um mit ihrem Capillarnetz auch zwischen die einzelnen Fasernetze einzudringen. Interessant ist, dass das Herz vieler niederer Wirbelthiere (Frosch) keine eigentlichen Blutgefässe besitzt (*anangische — gefässlose Herzen*), eine Thatsache, welche zuerst *Hyrtl* festgestellt hat; es erstrecken sich bei diesen Thieren aus der Lichtung der Herzhöhlen sinuöse Räume zwischen die einzelnen Muskelbündel hinein und ersetzen die Blutgefässe. Das Endocard besitzt jedoch, sowie das Pericard, ein weitmaschiges Capillargefässnetz, welches sich von dem ersteren auch in die Klappen hinein erstreckt.

Bei den Reptilien und Fischen (mit Ausnahme der Ganoiden, welche sich in dieser Beziehung wie Vögel und Säugethiere verhalten) kann man zwei Schichten am Herzfleisch unterscheiden, welche mit einer scharfen Grenze von einander abgesetzt sind; die tiefere verhält sich wie bei den Amphibien und ist gefässlos, während eine schmale oberflächliche Muskelschichte fester gefügt ist, und ein wohl entwickeltes Capillarsystem besitzt (*Hyrtl*).

Lymphgefässe kommen dem Herzen in ziemlich reichlicher Menge zu; und zwar ebenso in dem Endo- und Pericard, wo sie ansehnliche Netze formen, als wie in der Muskelsubstanz selbst. Die Beziehungen, welche die, von *Henle* beschriebenen Spalträume zwischen den Herzmuskeln etwa zum Lymphgefässsystem besitzen mögen, sind noch nicht hinreichend aufgeklärt. Zu besonders reichlicher Entwicklung gelangen die Lymphgefässe nach *Wedl* in dem Fettgewebe, welches die Herzfurchen überlagert. *Eberth* und *Belajeff* beschreiben auch das Uebergreifen der Lymphgefässnetze aus dem Endocardium auf die Klappen des Herzens, an welchen sie sich jedoch nicht über die Mitte hinein erstrecken.

Die **Nerven** des Herzens entstammen dem Plexus cardiacus, an dessen Bildung sich Aeste des N. vagus und des sympathischen Systems betheiligen. Die aus diesem Plexus hervorgehenden Zweige

verlaufen der grösseren Mehrzahl nach entlang den Ramificationen der Coronargefässe, bilden daselbst ausgebreitete Geflechte und stehen mit zahlreichen, mikroskopisch kleinen Ganglienzellengruppen in Verbindung. Die Nervenfasern sind zum Theil markhaltig, zum Theil marklos; die Ganglienzellen gehören wahrscheinlich zumeist der bipolaren Form an. Es ist nicht festgestellt, ob nur die aus dem Sympathicus stammenden Fasern (*Kölliker*), oder auch die dem Vagus angehörenden (*Bidder*) sich mit den Ganglienzellen verbinden. Von diesem *subserösen* Geflecht gehen feine Nervenzweigchen in die Muskelschichten hinein und zerfallen sehr rasch in einzelne Fasern, mit denen sie die Muskelbündel umspinnen. Es scheint, dass nur marklose Fasern an die Muskelelemente selbst herantreten. Wie sie dort endigen, ist noch nicht sicher bekannt; *W. Krause* hat Endplatten beschrieben, von anderen Autoren wurden solche nicht beobachtet. In ähnlichen Beziehungen zu der Muskulatur stehen jene an Ganglienzellen reichen Nervengeflechte, welche sich bei Säugethieren in der Kammerscheidewand, bei Fröschen in dem Septum atriorum vorfinden. Ein sehr zartes Flechtwerk feinster Nervenfasern, in welchem jedoch keine Ganglienzellen nachweisbar sind, breitet sich unmittelbar unter dem Endocardium aus; das letztere erhält daraus feine Fädchen, deren Endigung noch völlig unbekannt ist. — Auch das Pericardium besitzt Nerven, aber nur in seinem parietalen Blatte. Sie laufen zum Theil mit den Blutgefässen an dasselbe heran, theils zweigen sie sich selbständig von dem Nervus phrenicus ab; ihre Endigungsweise ist nicht bekannt.

2) Die Arterien.

Man unterscheidet, wie bereits erwähnt, an ihrer Wandung drei verschiedene Schichten, die *innere*, die *mittlere* und die *äussere* Gefässhaut. Dieselben sind durch die Art und Beschaffenheit, sowie durch die Anordnung ihrer Formelemente wohl charakterisirt und erscheinen in dem mikroskopischen Bilde scharf von einander abgesetzt; sie stehen aber unter einander allenthalben in so festem Zusammenhang, dass man sie nur künstlich, und da nur in einzelnen Fällen rein von einander trennen kann. Der Grund liegt darin, dass gewisse Formbestandtheile nicht auf eine

einzelne Haut beschränkt sind, sondern von einer in die andere übergehen.

An allen Arterien zeigt die äussere Haut ein lockeres Gefüge, so dass man sie mit der Pincette, wie formloses Bindegewebe, leicht kegelförmig aufheben und nach allen Richtungen hin zerfasern und ablösen kann. Die mittlere Arterienhaut ist viel fester gewebt, sie bietet der Zerfaserung viel grösseren Widerstand, und wenn man ihre Theile mit der Pincette abzulösen versucht, gelingt dies niemals nach der Längsrichtung des Gefässes, sondern stets nur der Quere nach; in der letzteren Richtung kann man die Media etwas grösserer Arterien leicht in viele Lamellen zerlegen. Die innerste Arterienhaut ist an grossen Arterien so innig mit der Media verbunden, dass man sie nicht isolirt erhalten kann, jedoch gelingt es, einen Theil derselben von der inneren Fläche solcher Gefässe als zartes Häutchen abzuziehen, welches sich, im Gegensatz zu den Lamellen der Media, stets der Länge nach abspaltet. An kleinen Arterien, insbesondere an der Arteria basilaris und ihren Aesten, ist es hingegen leicht, durch entsprechendes Vorgehen mit Präparirnadeln oder feinen Messerchen die Innenhaut auf grosse Strecken hin von der Media mehr oder weniger rein und vollständig zu trennen.

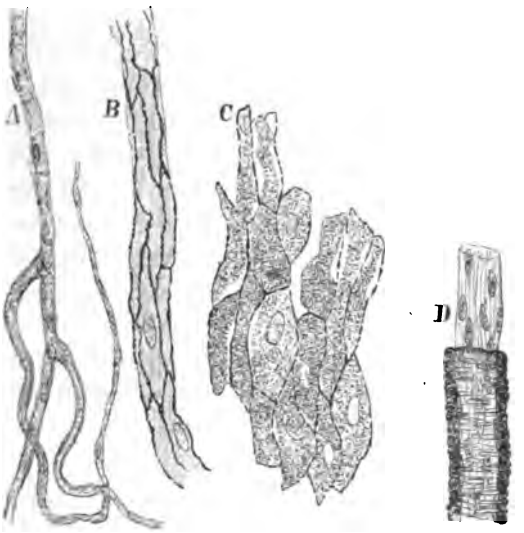
Der feinere Bau der einzelnen Arterienhäute zeigt nun nach dem Caliber des Gefässes und nach der Oertlichkeit sehr erhebliche Differenzen.

An der **Tunica intima** unterscheidet man ausser dem Endothelrohr noch gewisse Formationen der elastischen Substanz und des Bindegewebes, welche der Aussenseite des ersteren angelagert sind.

Das Endothel wird in allen Arterien ohne Ausnahme von ganz platten, schmalen und langen, durchsichtigen, kernhaltigen Zellen gebildet, welche mit ihrem grösseren Durchmesser der Längenaxe des Gefässes gleich gerichtet sind und in einer continuirlichen, einschichtigen Lage die innere Oberfläche desselben bekleiden. Durch vorsichtiges Schaben mit einem feinen Scalpelle kann man an frischen Arterien diese Zellen entweder vereinzelt, oder in kleinerer oder grösserer Anzahl noch zusammenhängend ablösen (Fig. 43 C). Sie zeigen sich dabei aber häufig verstümmelt oder verschiedentlich eingerollt, so dass man über ihre Form- und Grössenverhältnisse nur ganz unsichere Aufschlüsse erhält. Eine viel bessere Anschauung kann man sich verschaffen, wenn man in die Arterien eines frisch

getödteten Thieres eine Leimlösung injicirt, welche etwa 0·5—0·2% salpetersaures Silberoxyd beigemengt enthält. Bald nachdem der Leim erstarrt ist, eröffnet man die grösseren Arterien, welche man untersuchen will, und setzt deren Innenfläche, nachdem man sie mit destillirtem Wasser abgewaschen hat, vor Verdunstung geschützt, durch einige Zeit dem hellen Tageslichte aus. Für kleine und kleinste Arterien ist es am bequemsten, dünne durchsichtige Mem-

Fig. 42.



A. Ein arterielles Uebergangsgefäss mit Capillaren aus dem Gehirn des Menschen isolirt. Chlorgoldpräparat.
B. Endothelzeichnung einer kleinen Vene aus der Harnblase des Frosches nach Silberinjection.
C. Isolirtes Endothel aus der Aorta des Frosches nach Silberimpregnation.
D. Abgerissenes Ende einer kleinen Arterie aus dem Gehirn des Menschen, an welcher die strukturlose Haut der Intima eine Strecke weit vorragt. An der Innenfläche der letzteren sind die Kerne des Endothels sichtbar. (Chlorgoldpräparat.)
(Hartnack, Syst. VIII. Ocul. 2.)

branen zu benützen (Mesenterium oder aufgeblasene Harnblase des Frosches, Retina, Pia mater u. dgl.), welche man ebenfalls vorher ausgebreitet und der Einwirkung des Tageslichtes ausgesetzt hat. Während man die letzteren in toto untersuchen kann, muss man von den grösseren Arterien in der früher angegebenen Weise die Ablösung des Endothels bewerkstelligen. In beiden Fällen findet man bei der Untersuchung ein System von dunklen Linien (Fig. 42

B. und C.,) welche dadurch entstanden sind, dass der Silbersalpeter in viel reichlicherer Menge von der, die Ränder der Endothelzellen verbindenden Kittsubstanz, als von den Zellen selbst aufgenommen, und durch die Einwirkung des Lichtes reducirt worden ist. Die Silberlinien zeigen uns daher auf das Genaueste die Grenzen der einzelnen Endothelzellen an. Je reinlicher und sorgfältiger man bei der Präparation zu Werke gegangen ist, desto klarer und schärfer fällt die Silberzeichnung aus. Hat man zu concentrirte Silberlösung genommen, oder ist die Reduction (durch directes Sonnenlicht) zu rasch vor sich gegangen, so sieht man mitunter auch die Zellkörper mehr oder weniger mit Silberniederschlägen besetzt. Unter bis jetzt unbekannten Umständen treten manchmal, selbst bei dem sorgfältigsten Vorgehen, da und dort in den Silberlinien schwarze, kreisrunde Punkte in grösserer oder geringerer Anzahl hervor, deren Bedeutung völlig unklar ist. Einige Autoren haben, allerdings ohne ausreichende Begründung, die Vermuthung ausgesprochen, dass sie der Ausdruck kleiner Oeffnungen (*Stigmata*) seien, welche sich zwischen den Endothelzellen vorfinden, und man hat sogar daran gedacht, dass man in ihnen der Bahn auf die Spur gekommen sei, welche die Blutzellen bei ihrer Auswanderung aus den Gefässen benützen. Das Wahrscheinlichste ist indessen, dass die genannten schwarzen Punkte nichts anderes bedeuten, als dass an den betreffenden Stellen die Kittsubstanz eine kleine Verdickung besitzt.

An Isolationspräparaten gelingt es nicht selten, die geschwärzte Kittsubstanz in grösserer oder geringerer Ausdehnung in Form von verzweigten Stäbchen von den Zellen abgelöst zu erhalten.

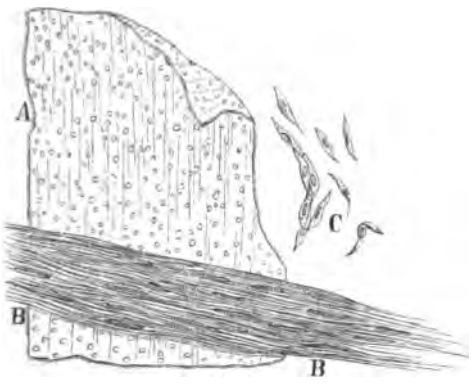
Die übrigen Bestandtheile der inneren Arterienhaut verhalten sich verschieden, je nach der Grösse der Arterien.

An den *allerkleinsten*, dem freien Auge gar nicht oder kaum sichtbaren Gefässen — nahe dem Uebergang in die Capillaren — enthält die Intima ausser dem Endothel nur noch eine äusserst zarte, vollkommen strukturlose Haut. Dieselbe ist am leichtesten an jenen kleinen Arterien, welche man durch leichten Zug mit der Pincette aus der Basis des Gehirns (Pons, substantia perforata) isolirt erhalten kann, nachweisbar. Indem die Wandbestandtheile derselben nicht immer an der gleichen Stelle abreissen, fügt es sich oftmals, dass die strukturlose Membran der Intima auf längere Strecken hin frei vorliegt (Fig. 42 D). Sie zeigt sich dann, je nach Umständen, ganz glatt oder gefaltet, an einzelnen Stellen abgeknickt u. s. w.;

das Endothel kann dabei erhalten, oder aber ganz oder nur theilweise abgelöst sein.

An *etwas grösseren* Arterien nimmt die entsprechende Lage der Intima den Charakter einer gefensterten Haut an (Fig. 43 A), d. h. man findet an ihr eine grosse Anzahl kleiner, runder oder ovaler Lücken, deren Anordnung eine ziemlich regellose ist. Dabei hat sie an Dicke beträchtlich zugenommen und zeigt nach der Isolirung eine grosse Neigung, sich an den Rändern einzurollen. Wegen ihrer grossen Widerstandsfähigkeit gegen verdünnte Säuren und Alkalien rechnet man sie der elastischen Substanz zu. In dem

Fig. 43.



Aus einem Zerzupfungs-Präparat der Arteria corporis callosi des Menschen nach Behandlung mit Chlorgold.
A. Gefensterte Membran der Intima.
B. Derselben anhaftende glatte Muskelfasern aus der Media.
C. Abgefallene, theils völlig isolirte, theils noch unter einander zusammenhängende Endothelzellen. (Hartnack, Syst. VIII. Ocul. 2.)

Bereiche der Gehirnarterien, an denen diese gefensterten Häute am schönsten zu beobachten sind, erscheinen sie an den kleinen Seitenzweigen ziemlich glatt und mit feinen Längsstreifen versehen. Im Stamme der Arteria basilaris und in ihren grösseren Aesten findet man sie entsprechend derber, ihre Lücken reichlicher und grösser und gewöhnlich nebst den erwähnten Streifen noch mit längsverlaufenden Faltungen versehen, welche sich an Zupfpräparaten nicht ausgleichen lassen. — An *mittleren* Arterien (z. B. Art. radialis) wird die gefensterte Haut durch ein dichtes Netzwerk von stärkeren und feineren elastischen Fasern ersetzt.

Die Intima der *grossen* Arterien besitzt einen mehrfach ge-

schichteten Bau. Unmittelbar unter dem Endothel erscheint eine helle, durchsichtige, bald fast homogene, bald der Länge nach fein gestreifte, wohl auch geschichtete Substanz (*streifige Lagen der Intima, Kölliker*), welche von Strecke zu Strecke rundliche oder sternförmige Zellen mit längsgerichteten, ovalen Kernen einschliesst. Sie lässt sich zwar an der aufsteigenden Aorta, an den Arteriae iliacae u. s. w. als besondere Lage isoliren, hängt aber nach aussen continuirlich mit der nächsten Schichte zusammen. Diese, als *elastische Innenhaut* (*Kölliker*) bezeichnet, besteht aus einer oder mehreren, deutlich oder undeutlich gesonderten Lagen feinster, elastischer Fasernetze, denen in wechselnder Menge und Ausdehnung durchlöcherte elastische Platten beigemengt sind. Die Lücken dieses Netzwerkes werden durch spärliches Bindegewebe ausgefüllt.

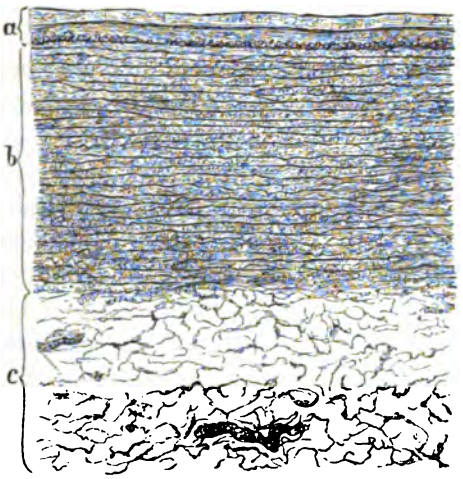
An den Theilungsstellen grösserer Arterien besitzt die Intima mitunter vereinzelte, glatte Muskelfasern, sonst aber entbehrt sie derselben gänzlich.

Die Tunica media besitzt als wesentlichsten Bestandtheil glatte Muskelfasern, welche quer zu der Verlaufsrichtung der Arterie gelagert sind. Geht man von den letzten Endausläufern der Arterien, an ihrem Uebergang zu Capillargefässen, aus (am besten wieder an ausgezogenen Gefässen der Gehirnbasis), so findet man die Muskelfasern, leicht kenntlich an ihren stäbchenförmigen, quergerichteten Kernen, zunächst ganz vereinzelt und in ziemlichen Abständen von einander gelagert. (Fig. 42 A). Bald aber nähern sie sich immer mehr und reihen sich zu einer geschlossenen Schichte zusammen, welche nach aussen und innen zu von den Contouren der Adventitia und Intima begrenzt erscheint. Während sich mit der Grössenzunahme der Arterie die Reihe der Muskelfasern allmälig verdoppelt und vervielfacht, treten dazwischen Elemente der elastischen Substanz auf und zwar zuerst in Form von weitmaschigen, feinfaserigen Netzen, welche man nur nach Einwirkung verdünnter Alkalien auf das frische Objekt wahrnehmen kann. An mittelgrossen Arterien findet man die elastischen Netze schon stärker entwickelt und zu mehr oder weniger selbständigen Schichten geordnet, welche zwischen die Lagen der Muskelfasern eingeschoben sind; immerhin aber bilden die letzteren noch weitaus den Hauptantheil der Media (Fig. 45 A).

Ganz anders verhält es sich an den grossen und grössten Arterienstämmen. In diesen finden wir die elastische Substanz sehr

reichlich vertreten und zu den mannigfaltigsten Bildungen geformt. Feinere und gröbere, immer aber sehr dichte Fasernetze, durchlöcherte Platten und verschiedene Uebergangsformen zwischen den beiden ordnen sich zu dünnen Lamellen, welche in grösserer Anzahl, mit vorwiegender Querstellung ihrer Elemente, ringsum die Gefässwand durchziehen. Zwischen ihnen erscheinen die Lagen der glatten Muskelfasern (Fig. 44), deren Elemente durch ein, in wechselnder Menge vorhandenes, undeutlich fibrilläres oder feinkörniges, oder auch ganz strukturloses Bindemittel zusammengehalten werden. Man hat

Fig. 44.



Querschnitt durch die Wand der Aorta thoracica descendens des Menschen (in Essigsäure aufgeweichter Schnitt durch ein lufttrockenes Präparat).
a. Dreifach geschichtete Intima.
b. Media, c. Adventitia mit Durchschnitten der Vasa vasorum.
(Hartnack, Syst. IV. Ocul. 2.)

sich diese Anordnung jedoch nicht so vorzustellen, als wären alle diese elastischen und muskulösen Blätter völlig in sich abgeschlossen und einfach in einandergeschachtelt; es stehen vielmehr die verschiedenen elastischen Lagen allenthalben unter einander in Zusammenhang durch abzweigende Fasern, welche in schiefer Richtung die Muskelschichten durchbrechen und sich zum Theil auch in diesen selbst zu feinen Netzen ausbreiten.

In Bezug auf die Muskulatur kommen an einzelnen Abschnitten des arteriellen Systemes gewisse Abweichungen von der oben ge-

gebenen Darstellung vor. Im Anfangstheile der Aorta und in der Arteria pulmonalis, sowie in den kleinen Arterien der Retina fehlen die Muskelfasern der mittleren Arterienhaut gänzlich. An der Aorta descendens, an der Art. iliaca communis, sowie auch in der Art. poplitea sind vereinzelte kleine Muskelbündel mit schräger oder längslaufender Richtung zwischen die queren eingestreut. An anderen Arterien endlich (Art. renalis, lienalis, spermatica interna) kommen spärliche Längsbündel an der inneren Grenze der Media vor, welche von einigen Autoren der Intima zugerechnet worden sind. Es verdient übrigens bemerkt zu werden, dass an denselben Arterien verschiedener Individuen, noch mehr aber, wenn man auf die einzelnen Thierklassen Rücksicht nimmt, in der Anordnung der Muskulatur mannigfache kleine Differenzen obwalten.

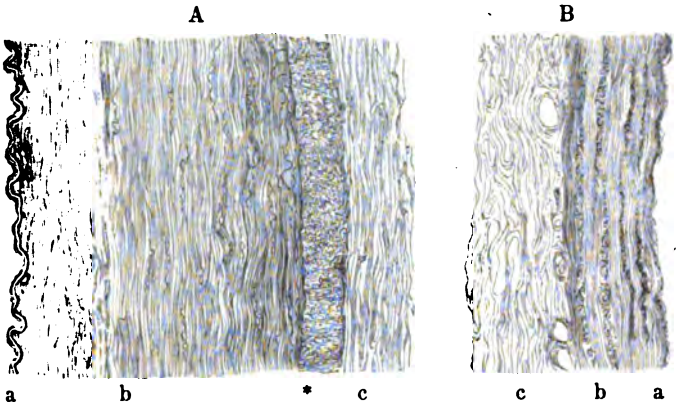
Die Verbindung der mittleren und der inneren Gefässhaut wird an den grösseren Arterien hauptsächlich durch die Continuität der elastischen Fasern hergestellt, ausserdem aber wurde jüngst von *Adamkiewicz* das Vorkommen einer besonderen, eiweissartigen, im Leben formlosen Kittmasse wahrscheinlich gemacht, welche an den kleinen Arterien wohl einzig und allein den Zusammenhang der genannten beiden Häute vermitteln dürfte.

Die **Tunica adventitia** besteht an den grossen und mittleren Arterien der Hauptmasse nach aus fibrillärem Bindegewebe mit reichlich entwickelten Gebilden der elastischen Substanz. Nicht selten enthält sie auch glatte Muskelfasern. Ueber den Charakter des adventitiellen *Bindegewebes* ist nichts weiter auszusagen, als dass es aus ziemlich derben Bündeln zusammengesetzt ist, welche vorwiegend in schiefer Richtung zur Gefässachse verlaufen und sich vielfach durchkreuzen; sehr häufig kommen in ihm vereinzelte oder zu Längsreihen geordnete Fettzellen vor, neben grobkörnigen, rundlichen oder länglichen Zellen, welche wohl den *Waldeyer'schen* Plasmazellen zugezählt werden müssen. Nach der Peripherie hin steht das Gewebe der Adventitia in continuirlichem Zusammenhang mit der sogenannten Gefässscheide (Vagina vasorum) oder, wo eine solche — wie an den kleineren Gefässen — nicht entwickelt ist, mit dem umliegenden Bindegewebe überhaupt.

Die *elastische Substanz* betheiligt sich an dem Aufbau der Adventitia in Gestalt von grobfaserigen, weiteren und engeren Netzwerken und grösseren oder kleineren, durchlöcherten Platten

mit allen ihren Uebergangsformen. Durch die ganze Dicke der Adventitia dem Bindegewebe beigemengt, erscheint jedoch die elastische Substanz besonders reichlich an der Grenze gegen die Media zu angesammelt, was insbesondere an mittelgrossen Arterien (Art. brachialis, radialis und ihren nächsten Aesten) auffallend hervortritt, so dass der innere Theil der Adventitia von dem äusseren an Querschnitten nicht minder deutlich abgegrenzt erscheint, wie etwa die Media von der Intima (Fig. 45. A.)

Fig. 45.



Theil eines Querschnittes durch die Arteria (A) und Vena (B) cubitalis des Menschen nach Härtung in Chromsäure.

a. Tunica intima, b. tunica media, c. tunica adventitia.

An der Arterie ist der innere Abschnitt der Adventitia längsfaserig und scharf von der Umgebung abgegrenzt (elastische Haut nach Henle). (Hartnack, Syst. VII. Ocul. 2.)

Henle hat daraus Veranlassung genommen, die innere, an elastischen Elementen besonders reiche Abtheilung der Adventitia als besondere Wandschichte, unter dem Namen der elastischen Haut aufzuführen. Diese Auffassung hat aus dem Grunde keine weitere Verbreitung gefunden, weil an vielen, namentlich an den grösseren Arterien der Reichthum der Adventitia an elastischen Elementen von innen nach aussen ganz allmälig abnimmt, so dass die Unterscheidung einer besonderen elastischen Haut an diesen Gefässen ganz unmöglich wird.

Glatte Muskelfasern sind in der Adventitia grösserer Arterien keine seltene Erscheinung. Sie halten ausnahmslos einen längs-

gerichteten Verlauf ein, bilden aber niemals eine geschlossene Schichte, sondern stehen in einzelnen, schmalen Bündeln zerstreut. Constant und in ziemlich reicher Zahl findet man sie in den Arterien des Penis, in der Art. lienalis und renalis, spermatica interna, spärlich in der Art. cruralis.

Die Verbindung der äusseren und mittleren Arterienhaut wird durch vielfache Anastomosen der elastischen Fasernetze beider Häute hergestellt.

Die eben geschilderte Beschaffenheit der Adventitia ändert sich allmälig, wenn man die Arterien gegen ihre feineren Verästelungen verfolgt. Die elastische Substanz nimmt an Reichhaltigkeit zusehends ab, reducirt sich auf weite feinfaserige Netze und verschwindet endlich vollends. Auch die Bindegewebsbündel werden allmälig feiner, doch erhält sich die fibrilläre Beschaffenheit der Adventitia bis zu den allerfeinsten Endausläufern der Arterien; erst an diesen wandelt sie sich in eine, wie es scheint, ganz strukturlose, mit spärlichen Zellen besetzte Membran um.

Den vorstehenden Angaben, welche sich im Allgemeinen auf den Bau der Arterien des ausgewachsenen menschlichen Körpers beziehen, möge noch die Schilderung einiger interessanter Verhältnisse angereiht werden, welche wir in früheren Entwicklungsperioden des Organismus treffen.

Die **Arteria umbilicalis,** deren von anderen Arterien abweichenden, makroskopischen Eigenthümlichkeiten als bekannt vorausgesetzt werden, ist in histologischer Beziehung durch den ausserordentlichen Reichthum an glatten Muskelfasern und durch die Armuth an elastischen Elementen ausgezeichnet. Die *ersteren,* von verhältnissmässig grosser Länge und Dicke, sind durch alle drei Häute verbreitet. Ihre Anordnung zeigt aber keineswegs jene Regelmässigkeit, welche wir in allen anderen Arterien beobachten; selbst in kurz auf einander folgenden Abschnitten der Nabelarterie ergeben sich die grössten Verschiedenheiten. Das häufigste Bild, wenn man von den ausgebuchteten und eingeschnürten Stellen der Arterie absieht, mag wohl jenes sein, wo man eine innere, bis an das Endothelium heranreichende Längsfaserschichte, eine der Media entsprechende Querfaserschichte und endlich eine äussere der Adventitia zugehörige Schichte von längs verlaufenden Muskelfasern findet. Bald nun aber fehlt die innere oder die äussere Längsfaserschichte, oder auch beide.

so dass man nur quergelagerte Muskelfasern vor sich hat, bald sind die letzteren selbst von längs oder schräg ziehenden Fasern durchsetzt. Ja nach den Beobachtungen *Strawinski's* sollen auch stellenweise ausschliesslich längsverlaufende Muskelfasern vorkommen. Dem genannten Autor zufolge sind die partiellen Verdünnungen und Verdickungen der Nabelarterie grösstentheils von der Menge und Vertheilung der Muskelfasern abhängig, im Allgemeinen aber soll die Dicke der genannten Muskelschichten von der Placenta bis nach innen vom Nabelring allmälig zunehmen, von da aber gegen die Art. hypogastrica hin rasch sich verdünnen. Die *elastischen* Elemente der Nabelarterie treten, wie schon erwähnt, auffallend in den Hintergrund, so dass im Bereiche der Nabelschnur eine selbständige, elastische Innenhaut vollkommen fehlt, und zwischen den Muskelschichten und der Adventitia nur spärliche, elastische Fäserchen nachgewiesen werden können. Erst im intraabdominalen Abschnitt der Nabelarterie wird eine für sich bestehende, elastische Lage der Innenhaut bemerkbar, und auch in der Media und Adventitia fällt hier eine stärkere Entwicklung der elastischen Elemente auf.

Der **Ductus Botalli,** während der Embryonalperiode bekanntlich eine, aus dem rechten Herzen entspringende Wurzel der Aorta darstellend, zeigt, wie *Langer* zuerst gefunden hat, einen abweichenden histologischen Bau, sowohl von der Aorta, als auch von der Art. pulmonalis. Es lassen sich zwar in seiner Wandung die gewöhnlichen drei Häute erkennen, doch sind sie viel weniger scharf von einander gesondert, als dies sonst der Fall ist.

An Embryonen aus dem 5.—7. Monate fehlt ihm das elastische Gewebe noch fast vollständig. Die Intima, verhältnissmässig dick, besteht nebst dem Endothel vorwiegend aus längsverlaufenden, mit oblongen Kernen reichlich untermengten, feinsten Bindegewebsfasern und aus einzelnen Bündeln glatter Muskelfasern. Auch die queren Muskelfaserschichten der Media sind stellenweise von undeutlich faserigem, mit langgestreckten Zellen versehenem Bindegewebe durchsetzt. Elastische Elemente sind entweder gar nicht, oder in Form einzelner feinster Fäserchen erkennbar. Die reichlichen elastischen Lagen der Aorta und der Art. pulmonalis ziehen sich nur eine kurze Strecke weit in die Endtheile des Ductus Botalli hinein, um bald ganz zu verschwinden. Am neugeborenen Kinde jedoch findet man sie in Form feinster Netze, sowohl in der Media,

als in der Adventitia. Von dieser Zeit an, ja schon in den letzten Perioden des Foetallebens, beobachtet man eine sehr reichliche Vermehrung der bindegewebigen Bestandtheile der Intima und Media, wodurch die Wandung des Ganzen erheblich an Dicke zunimmt. Auch die Endothelzellen nehmen an diesem Wucherungsvorgange Antheil, so dass sie stellenweise in 4—5 und mehr Lagen über einander geschichtet sind; die Folge davon ist eine beträchtliche Verengerung der Lichtung des Botall'schen Ganges, welche durch leistenartige oder höckerige Erhabenheiten der Intima noch vermehrt wird. Indem dieser Process zuerst, und am lebhaftesten in der Mitte des Ganges vor sich geht und von da aus gegen seine beiden Enden fortschreitet, wird die allmälige Obliteration desselben eingeleitet (*Langer*).

Das *Ligamentum arteriosum*, der Ueberrest des Botall'schen Ganges bei dem Erwachsenen, lässt auf dem Querschnitt noch mehr weniger deutlich den dreischichtigen Bau des ehemaligen Gefässrohres erkennen. Das der Intima entsprechende Stratum ist als eine stark und unregelmässig gefaltete, mit elastischen Fasern reich durchsetzte Schichte zu erkennen. Sie schliesst einen dem entsprechend mannigfach geformten Raum ein, welcher manchmal mit faserigem Bindegewebe ganz ausgefüllt ist, häufig aber entweder in der ganzen Länge des Bandes oder nur eine Strecke weit noch eine enge, mit Blut erfüllte Lichtung erkennen lässt. An der nach aussen von der Intima folgenden Schichte sind noch ganz deutlich die abwechselnd auf einander folgenden, longitudinalen und queren Faserlagen der Media des ehemaligen Botall'schen Ganges erhalten, die ersteren nach innen zu beträchtlich vorwiegend. Auch elastische Elemente findet man in grösserer Zahl sowohl in der Media, als auch in dem adventitiellen Bindegewebe.

8) Die Venen.

Ihre Wandungen sind, so wie die der Arterien, aus drei verschieden gebauten Schichten zusammengesetzt. Es wiederholen sich in ihnen auch dieselben Formelemente, wenn auch in anderen Mengenverhältnissen und in theilweise abweichender Anordnung. Während aber im arteriellen System Gefässe gleichen Calibers, bis auf minder wesentliche Differenzen, einen ziemlich analogen Bau zeigen, finden wir an den Venen sehr weit gehende Unterschiede,

welche nicht so sehr von der Grösse des Gefässes, vielmehr hauptsächlich von der Oertlichkeit abhängig sind und mit den differenten Kreislaufsverhältnissen der verschiedenen Körpertheile und Organe in Zusammenhang stehen. Dieser Umstand findet schon bei oberflächlicher Beobachtung seinen Ausdruck in dem sehr wechselnden Verhältniss zwischen der Weite des Venenrohres und der Dicke seiner Wandung. So viel lässt sich jedoch im Allgemeinen aussagen, dass die Venenwand viel ärmer an elastischer Substanz und an Muskelfasern, dagegen verhältnissmässig reicher an Bindegewebe ist, als die Wandung einer correspondirenden Arterie.

Dem entspricht *histologisch* eine viel geringere Mächtigkeit der mittleren Gefässhaut, als der vorzüglichen Trägerin der elastischen und muskulösen Elemente, sowie eine stärkere Entwicklung der bindegewebigen Adventitia. Bezüglich der *physiologischen* Eigenschaften der Venenwand aber ergibt sich daraus ihre geringere active Contractilität und ihre bedeutend grössere Weichheit und Dehnbarkeit. — Eine besondere Eigenthümlichkeit der Venen sind die Klappenapparate, welche zumeist an den Theilungsstellen angebracht sind und, nach Art von Taschenventilen geformt, den Blutstrom nur in centripetaler Richtung gestatten.

Mit Bezug auf den feineren Bau der Venenwand ist Folgendes zu bemerken.

Die *Tunica intima* trägt an ihrer freien Fläche einen continuirlichen Endothelbelag, dessen Zellen nur an den kleineren Venen in die Länge gestreckt sind, an den grösseren hingegen eine unregelmässig polygonale Gestalt besitzen. Im Uebrigen stimmen sie mit jenen der Arterien überein. Die elastische Schichte der Intima zeigt sich an den kleinsten Venen als eine zarte, strukturlose Haut, deren Stelle an etwas grösseren Venen durch ein äusserst feines elastisches Netzwerk mit fein fibrillirtem Bindegewebe eingenommen wird. Erst in ganz grossen Venen erlangt das elastische Gewebe eine etwas stärkere Entwicklung und erscheint auch ab und zu in Form von durchlöcherten Platten. Die streifigen Lagen der Intima sind nur an wenigen, grössten Venen (Cava superior, femoralis, poplitea) deutlich ausgebildet, und erreichen in der letztgenannten Vene die grösste Dicke. Die Intima der Vena femoralis und poplitea ist ausserdem durch ihren Gehalt an zerstreuten, längs- und querziehenden Muskelfasern ausgezeichnet.

Die *Tunica media* ist es, deren wechselnde Zusammensetzung

insbesondere die grossen Verschiedenheiten in der Beschaffenheit der Venenwand bedingt. Ein analoges Verhalten wie bei den Arterien zeigt sie an den grösseren Venen der Extremitäten und an den meisten Venen der Brust- und Bauchhöhle, insoferne, als an ihnen Lagen von quergerichteten, glatten Muskelfasern mit elastischen Netzen in wechselnder Folge über einander geschichtet sind. Indessen ist die Anzahl dieser Schichten, sowie ihre Stärke an den einzelnen Venenbezirken eine äusserst verschiedene. Während die Venen der unteren Extremität, namentlich die Vena poplitea, sehr reich ist an muskulösen und elastischen Elementen, finden wir dieselben an den Venen der oberen Extremität schon bedeutend schwächer entwickelt. Aehnliche Verhältnisse, wie bei den letzteren bestehen auch in der Astfolge der Vena mesenterica superior. Die grössten Venenstämme der Bauchhöhle (Vena cava inferior, V. renalis, V. azygos, V. portarum, V. gastrolienalis, der Stamm der mesenterica superior) sind verhältnissmässig arm, sowohl an muskulösen, als auch an elastischen Bestandtheilen; noch ärmer die Venae hepaticae, die Aeste der Venae pulmonales und die Venae coronariae cordis. Alle die genannten Venen enthalten ausserdem in der Media nicht unbeträchtliche Mengen fibrillären Bindegewebes, welches theils in Lücken der elastischen Netze, theils aber mit nicht unansehnlichen, selbständigen Lagen erscheint.

Eine grössere Reihe von Venen entbehrt der Muskulatur vollständig. Hieher gehören nicht nur die *Breschet'schen* Venen des Schädels, sondern überhaupt alle im Innern der Knochen verlaufenden Venen, ferner die der nervösen Centralorgane und ihrer Häute, die Venen der Retina, die sämmtlichen grossen Venen des Halses und die Cava superior mit den in sie einmündenden grossen Stämmen, sowie auch der oberste Theil der Vena cava inferior (von dort an, wo sie in die rechte, hintere Leberfurche eintritt). An ihnen besteht die Media aus quer und schräg verlaufenden, zarten Bindegewebsbündeln, zwischen denen gröbere und feinere elastische Fasern mit vorwiegend längsgerichteter Anordnung eingelagert sind. Stellenweise aber sind auch diese Bildungen so wenig entwickelt, dass man kaum das Vorhandensein einer Tunica media überhaupt nachweisen kann.

Die kleinsten Venen, welche sich eben aus den Capillargefässen sammeln, besitzen keine Muskelfasern und überhaupt keine unterscheidbare Media. Ein zartes, feingefasertes Bindegewebe, welches

unmittelbar an die elastische Schichte der Intima stösst, deutet zuerst das Erscheinen der Media an. In ihm sieht man hie und da der Länge nach ziehende, vereinzelte Muskelfasern, erst später tritt auch die quergestellte Muskulatur hinzu.

Die *Tunica adventitia* bildet an den meisten Venen den weitaus vorwiegenden Bestandtheil der ganzen Wandung. Sie formt sich, wie bei den Arterien, aus gekreuzten, ziemlich starken Bindegewebsbündeln und elastischen Fasernetzen, welche letzteren jedoch lange nicht so stark entwickelt sind und namentlich an keiner Stelle schärfer gesonderte Lagen darstellen. Reicher als an den Arterien betheiligen sich die glatten Muskelfasern an dem Aufbau der äusseren Venenhaut. Sie ziehen ausnahmslos in der Längsrichtung des Gefässes und bilden an gewissen Venen (Leberantheil der Vena cava inferior, V. portarum, V. renalis) eine mehr oder weniger geschlossene, ziemlich mächtige Schichte. An den anderen grösseren Venen kommen sie in ziemlich zerstreuten Bündeln vor, nehmen aber meist nur den inneren Abschnitt der Adventitia in Anspruch.

Recht zahlreich sind sie in dieser Weise an den Venen der unteren Extremitäten eingestreut. An den, dem Herzen zunächst gelegenen Abschnitten der beiden Hohlvenen, sowie der Pulmonalvenen, findet sich netzförmig geordnetes, quergestreiftes Muskelgewebe in der Adventitia mit vorwiegend ringförmiger Anordnung, welches von der Herzmuskulatur sich abzweigt.

Die Klappen der Venen gehen aus der inneren Gefässhaut hervor und besitzen daher die Bestandtheile derselben. Es ist jedoch eine rein schematische Vorstellung, wenn man sie einfach als Duplikaturen der Innenhaut betrachtet. Denn während man an ihrer convexen, dem Herzen abgewendeten Seite dichte elastische Fasernetze vorfindet, fehlen dieselben gegen die concave Seite zu vollständig und werden daselbst durch feinfaseriges Bindegewebe ersetzt. Nur die Endothelbekleidung überzieht beide Flächen der Klappen als eine eigentliche Duplikatur.

Die Sinus der harten Hirnhaut sind venöse Räume, welche, in dem Gewebe dieser Membran ausgegraben, gewissermassen Spalten derselben darstellen, und daher ausser einem Endothelbelag keine selbstständige Wandung besitzen.

Die sogenannten **Schwellkörper** (*corpora cavernosa*) sind zum Theile nichts anderes, als dichte Netzbildungen grösserer oder klei-

nerer Venenstämme, welche auf einen bestimmten Raum beschränkt und von bindegewebigen Kapseln umschlossen sind (*Schwellnetze*). In anderen Fällen aber finden sich in ihnen zahlreiche anastomosirende Räume, welche von einem kräftigen, bindegewebigen Gerüst umgrenzt werden und mit dem Blutgefässsystem vielfach in offener Communication stehen. Für gewöhnlich enthalten diese cavernösen Räume nur geringe Mengen von Blut und stellen dann enge, spaltförmige Lücken dar. Sind sie aber durch natürliche Blutfüllung oder durch Injection ausgedehnt, so nehmen sie kugelähnliche oder mehr in die Länge gestreckte Formen an. Das Bindegewebe, welches ihre Stütze bildet, zeigt einen sehnenartigen Charakter und enthält häufig erhebliche Mengen von glatten Muskelfasern. Die nächste Begrenzung der Bluträume wird durch eine Lage von polygonalen Endothelzellen hergestellt.

Mit dem Namen **Wundernetz** (*rete mirabile*) bezeichnet man ein dichtes, entweder der Fläche nach ausgebreitetes oder zu einem Knäuel geballtes Gefässnetz, welches den Verlauf eines grösseren oder kleineren Gefässstammes plötzlich unterbricht. Sie sind nicht mit Capillargefässnetzen zu verwechseln, und können ebensowohl an den Venen, als an den Arterien beobachtet werden (*arterielle — venöse Wundernetze*).

Beim Menschen kommen sie nur sehr beschränkt und in kleinerem Massstabe vor (Malpighische Gefässknäuel der Niere), erreichen aber bei manchen Wirbelthieren (Edentaten, grossen Affen) sowohl nach Grösse, als Verbreitung eine enorme Entwicklung. Wenn sich der Gefässstamm in ein solches Netz endgültig und vollständig auflöst, nennt man es ein *unipolares*, wenn er sich wieder aus demselben sammelt, um im weiteren Laufe sich in gewöhnlicher Weise zu verästigen, ein *bipolares Wundernetz*. Die vordere Fläche des Kreuzbeines, die Nasenhöhle, die Schädelbasis sind neben anderen die Orte, wo sie am häufigsten gefunden werden.

4) Die Capillargefässe.

Zwischen den feinsten Endausläufern der Arterien und den Wurzeln der Venen eingeschaltet, haben die Capillargefässe vorzüglich die Aufgabe, den Stoffwechsel zwischen der, in ihnen circulirenden Blutflüssigkeit und den elementaren Gewebsbestandtheilen in mög-

lichst ausgiebiger Weise zu vermitteln. Dem entsprechend ist ihre Wandung sehr dünn und einfach gebaut, für Gase und in Flüssigkeit gelöste Stoffe leicht diffusibel. In Folge ihres meist gebogenen Verlaufes, ihrer mehrfachen Verästlung und ihrer zahlreichen Anastomosen wird der Blutstrom in den Capillaren in hohem Grade verlangsamt und der Stoffverkehr auf verhältnissmässig grosse Flächen verbreitet.

Die capillaren Blutgefässe sind wie die Arterien und Venen meistens in Bindegewebe eingelagert. Mit den Formelementen anderer Gewebe stehen sie nur selten in unmittelbarer Berührung, geschweige denn, dass sie je in das Innere von Zellen oder zellenartigen Gebilden eindringen. Alle Epithelformationen und ihre Derivate bleiben von ihnen vollständig frei.

Ueber die Form und Anordnung des Capillarsystemes kann man nur dann verlässlichen Aufschluss bekommen, wenn die Röhrchen mit Blut erfüllt oder durch künstliche Injection kenntlich gemacht sind. Im leeren Zustande legen sich ihre zarten Wände flach aneinander, so dass sie nur in ganz homogenen oder sehr durchsichtigen Geweben (dünne Bindegewebshäute, Linsenkapsel des Frosches u. s. w.) der Beobachtung zugänglich sind. In den verschiedenen Geweben und Organen zeigt das Capillarsystem nach manchen Richtungen erhebliche Differenzen. Ein ganz allgemeines Vorkommen sind Theilungen und Anastomosen der Capillarröhrchen. Die ersteren unterscheiden sich von denen der Arterien und Venen dadurch, dass die Weite der Röhrchen selbst bei wiederholter Verästigung nicht abnimmt, so dass gewöhnlich die Capillaren eines und desselben Gewebes sämmtlich die gleichen Breitendimensionen besitzen. In verschiedenen Geweben und auch bei verschiedenen Thieren kann allerdings der Breitendurchmesser sehr erheblich schwanken (6—16 Mm. im gefüllten Zustande). Zu den engsten Capillargefässen gehören die der glatten und quergestreiften Muskeln und der Retina, zu den weitesten die der Leber und der Aderhaut des Auges. Die niederen Wirbelthiere, namentlich gewisse Arten der Amphibien, sind durch besonders weite Capillargefässe ausgezeichnet.

Es möge bei dieser Gelegenheit die Bemerkung eingeschaltet werden, welche übrigens, mutatis mutandis, bei allen anderen Gefässen zu beachten ist, dass es eine ganze Reihe von Faktoren giebt, welche im einzelnen Falle auf die Weite der Capillargefässe einen beträchtlichen Einfluss gewinnen können. Dahin gehört vor Allem die

Menge von Blut, welche dieselben je nach den bestehenden Strömungsverhältnissen aufgenommen haben. An Injectionspräparaten ist das Quantum der eingespritzten Flüssigkeit, der dabei verwendete Druck und ausserdem der Umstand massgebend, ob der Injectionsmasse der Abfluss durch die Venen gestattet oder mehr weniger gehindert war. Diese Erscheinungen müssen zunächst auf die passive Dehnbarkeit und Elasticität der Capillarwände zurückgeführt werden. Wir wissen jedoch durch die Untersuchungen *Stricker's*, dass die Capillargefässe auch eine active Contractilität besitzen und auf angebrachte künstliche Reize ihr Lumen erheblich verkleinern können. In wie weit dies unter den gewöhnlichen Lebensverhältnissen geschieht, ist allerdings nicht bekannt. Dazu kommt für mikroskopische Präparate die Art der vorausgegangenen Härtung, die Präparationsmethode u. dgl. in Betracht.

Die Länge der einzelnen Capillarröhrchen schwankt in weiten Grenzen und kann selbst in einem und demselben Capillarbezirk sehr verschieden sein. Sie steht naturgemäss in einem gewissen Zusammenhang mit der Art und Zahl der Verästigungen. Der Verlauf der Capillarröhrchen ist mitunter ein ziemlich geradliniger, mehrerentheils aber in verschiedenen Curven gebogen und zwar bald nur nach einer, bald nach mehreren Richtungen, so dass sie hier in einfachen Kreisbögen, dort in S-förmigen oder spiraligen Touren gekrümmt erscheinen. Sehr verbreitet ist ausserdem die Schlingenbildung in bald einfacher, bald complicirterer Form.

Betrachtet man das Capillarsystem als Ganzes, so ergiebt sich für eine jede der verschiedenen Gewebsformen ein eigenthümlicher Charakter desselben, ja man kann sagen, dass an der Form und Anordnung des Capillarsystems allein schon die Gewebsform erkannt werden kann, welcher dasselbe angehört. Dieser Charakter des Capillarsystemes hängt ab: einerseits von der Gestaltung und Zusammenfügung der Gewebsbestandtheile, und andererseits von dem Maasse der Verästlung und Anastomosenbildung der Capillarröhrchen selber. In der Mehrzahl der Fälle hat man es mit den sogenannten *Capillargefässnetzen* zu thun. Dieselben entstehen dadurch, dass alle, zwischen den Endausläufern der Arterien und den Wurzeln der Venen eines Gewebsbezirkes eingeschalteten Capillarröhrchen durch mehr weniger zahlreiche Anastomosirung netzartig unter einander zusammenhängen. Je nach Umständen ist dieses Netz ein körperliches (in den Parenchymen) oder ein flächenhaft

ausgebreitetes (in Membranen, Chorioidea, Lungenbläschen). Die Dichte des Netzes, d. h. die Grösse der von demselben umschlossenen und durch die Gewebsbestandtheile ausgefüllten Maschenräume ist sehr wechselnd und steht mit der Energie des Stoffwechsels, deren ein Gewebe fähig ist, in engem Zusammenhang. Eine andere, die *Schlingenform* der Capillaren, entsteht in den einfachsten Fällen dadurch, dass ein arterielles Endästchen mit einer Venenwurzel durch ein einziges, scharf bogig gekrümmtes Capillarröhrchen in Zusammenhang gebracht ist, wobei das letztere auch mehrmals schleifenförmig ausgebogen sein kann. In anderen Fällen entwickelt sich aus den arteriellen Endästchen zunächst ein flächenartig ausgebreitetes Capillarnetz, aus welchem sich erst schlingenartig gebogene Capillarröhrchen erheben. An den verschiedenen Bezirken der äusseren Haut und den Schleimhäuten sind alle diese genannten Formen vertreten.

An gewissen Orten (Nierenrinde, Schleimhaut des Magens und Darmes) zeigt das Capillarsystem nicht einen durchwegs gleichartigen Charakter, insoferne, als nicht nur die Weite und Länge der Röhrchen, sondern auch die Form der von ihnen umschlossenen Maschenräume in der Nähe der arteriellen Endzweigchen eine andere ist, als dort, wo sie in die Venenwurzeln übergehen. In der Regel sind dann letzteren Ortes die Capillarröhrchen auffallend weiter und das ganze Netz dichter. Man spricht in diesen Fällen von arteriellen und venösen Capillaren.

Mit einer eigenthümlichen Formation der Blutcapillaren, welche in der Gaumen- und Schlundschleimhaut der Frösche zu treffen ist, sind wir durch die Untersuchungen *Langer's* bekannt gemacht worden. Alle Capillarröhrchen besitzen nemlich daselbst eine Anzahl von halbkugelförmigen, divertikelartigen Ausbuchtungen ihrer Wand, welche, sämmtlich nach der Oberfläche der Schleimhaut zu gerichtet, zum Theil in leistenartigen Erhebungen derselben enthalten sind und mit einer halsartigen Einschnürung dem Capillarrohr aufsitzen. Es ist gewiss gerechtfertigt, mit *Langer* in diesen Bildungen ein eigenartiges Aequivalent von Capillargefässschlingen zu erblicken, um so mehr, als sie bei der Kröte nur am Gaumen selbst vorkommen, in den hinteren Theilen der Mundhöhle und im Schlunde aber wirklichen Gefässschlingen Platz machen.

Was nun den *Bau* der Capillargefässwände betrifft, so sind sie im Wesentlichen aus Endothelzellen zusammengesetzt und können als continuirliche Fortsetzungen der endothelialen Auskleidung der

arteriellen und venösen Endästchen angesehen werden. Man kann sich vorstellen, dass die arteriellen Endausläufer bei ihrem Uebergang in die Capillaren allmälig alle Bestandtheile ihrer Wandungen, mit Ausnahme des Endothelrohres verlieren und das letztere dann als Capillargefäss weiter verläuft; an der Uebergangsstelle in die Venenwurzeln erhält dann das Endothelrohr neuerdings die besprochenen Elemente der Wandung nach und nach aufgelagert. An dünnen, durchscheinenden, frischen Geweben (Mesenterium, Membrana hyaloidea des Frosches) erscheinen die Capillargefässe durchgehends von einem einfachen zarten Contour umgeben, welchem von Strecke zu Strecke ein oblonger, längsgestellter Kern anliegt; ähnliches sieht man auch an injicirten oder mit Blut gefüllten Capillargefässen anderer Oertlichkeiten. Die Zusammensetzung der Wandung aus Zellen und der Charakter der letzteren lässt sich nur nach Behandlung (Injection) mit Silbersalpeter erkennen. Es gilt dafür alles das, was auf Seite 247 und 248 in Betreff dieser Methode beigebracht worden ist. Die Zellen selbst sind meist spindelförmig, mitunter mehr polygonal, und derart eingerollt, dass sie an ihrer breitesten Stelle gewöhnlich mehr als die Hälfte des Capillarröhrchens umfassen. Da sie jedoch mit ihren zugespitzten Enden in einander greifen, so kommen auf den Querschnitt einer Capillare stets 2, 3 oder 4 Zellen zu liegen. In den meisten Fällen findet man die Zellen der Capillaren als vollkommen durchsichtige, hyaline Plättchen, nur selten kann man in der unmittelbaren Umgebung des Kernes eine zarte Granulirung nachweisen, welche man als Andeutung von Protoplasma betrachtet hat. Eigenthümlich ist, dass man an einzelnen Bezirken (Leber, Chorioidea) noch nicht im Stande war, den zelligen Bau der Capillaren durch Höllensteininjection nachzuweisen. Man ist daher zu der Annahme gezwungen, dass an diesen Orten entweder eine Differenzirung der Capillarwand in Zellen überhaupt niemals besteht oder dass dieselben im Laufe der Zeit unter einander verschmelzen.

Die Abgrenzung der Capillargefässe von den Endausläufern der Arterien und Venen ist an vielen Stellen keine so scharfe, als wir dies bis jetzt hingestellt haben; es kommt vielmehr häufig ein ganz allmäliger Uebergang vor durch Vermittelung der sogenannten *Uebergangsgefässe* (*Vorcapillaren*). Diese unterscheiden sich von den eigentlichen Capillaren dadurch, dass man nach aussen von dem Contour des Endothels noch einen zweiten Contour wahrnimmt, welcher einer zarten, scheinbar structurlosen Hüllmembran entspricht.

Da diese sich weiterhin in die äussere Gefässhaut fortsetzt, so wird sie als *Adventitia capillaris* bezeichnet. Es lässt sich an ihr keinerlei Structur nachweisen, jedoch trägt sie einzelne kleine, rundliche Kerne. An den feinen, eigentlichen Capillaren der Membrana hyaloidea des Frosches ist sie nach *Eberth* und *Iwanoff* durch ein zartes Netzwerk feiner Fäserchen ersetzt, welche als Ausläufer von sternförmigen, der Capillarwand anliegenden Zellen betrachtet werden. Von einigen Autoren wird für gewisse Capillarbezirke (centrales Nervensystem, Leber u. a. m.) eine durchlaufende Adventitia capillaris angenommen.

Entwicklung der Capillargefässe. Um ein volles Verständniss des histologischen Charakters der Capillarwände zu gewinnen, ist es unerlässlich, auf die Entwickelung und Neubildung derselben mit ein paar Worten zurückzukommen. Man stellte sich früher, als die Zelle noch für ein Bläschen mit selbständiger Wand galt, die Entstehung eines Capillarröhrchens so vor, dass eine Anzahl von Bildungszellen sich in einer einfachen Reihe an einander legen, dass dann die Zellmembranen an der Berührungsstelle je zweier Zellen schwinden und das Innere der Zellen zur Lichtung, die verschmolzenen seitlichen Theile der Zellmembranen zur Wandung des Capillarröhrchens werden. Diese Anschauung ist jetzt als völlig haltlos allgemein verlassen worden. Hingegen ist ein anderer Modus der Neubildung von Capillargefässen als völlig sichergestellt zu betrachten. Untersucht man die seitlichen, durchsichtigen Theile des Froschlarvenschwanzes entweder in ganz frischem Zustande, oder nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure, oder mit dünnen Lösungen von Chlorgold, oder auch nach Erfüllung der Blutgefässe mit durchsichtigen Injectionsmassen, so sieht man recht häufig an einzelnen der bereits ausgebildeten Capillarröhrchen seitliche, fadenartige Anhänge von Protoplasma, welche gewöhnlich einer konischen Verbreiterung der Capillarwand aufsitzen und an einer oder der anderen Stelle kleine Kerne erkennen lassen. Bei näherer Beobachtung zeigt es sich, dass manchmal diese Gebilde ganz solide Stränge darstellen, in vielen anderen Fällen aber eine mit dem Capillarlumen zusammenhängende Lichtung besitzen, welche sich eine kürzere oder längere Strecke weit verfolgen lässt. Nicht selten steht ein solcher Protoplasmafaden an beiden Enden mit einer Capillare in Verbindung. Man hat sich demgemäss die Bildung der Capillarröhrchen in der Weise vorzustellen, dass aus der Wand eines bestehenden Röhrchens ein Protoplasmafortsatz hervorsprosst,

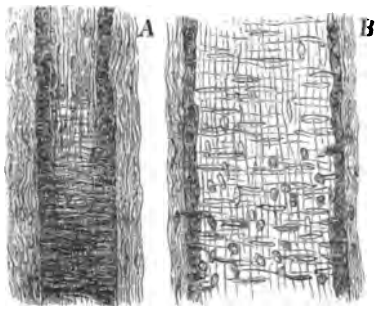
welcher sich allmälig zu einer Röhre umformt, deren Lichtung mit der der Capillare in Zusammenhang steht. Erst wenn dies geschehen ist, differenziren sich unter Vermehrung der Kerne die einzelnen Abschnitte der Wandung zu selbständigen Zellen — den Endothelzellen. Ob dieser Bildungsvorgang eine ganz allgemeine Geltung hat, ist bis jetzt noch nicht sichergestellt.

Vasa vasorum. Die Wandungen der mittelgrossen und grossen Blutgefässe schliessen zu ihrer eigenen Ernährung ein besonderes Gefässsystem in sich, welches unter dem Namen Vasa vasorum bekannt ist. Dieselben entwickeln sich aus kleinen arteriellen Zweigen der benachbarten Gewebsformationen (in Organen, welche besondere ernährende Blutgefässe erhalten, wie Lunge, Leber, aus diesen), welche an die Gefässscheide herantreten und eine Strecke weit in ihr verlaufen. Sie verästigen sich daselbst und dringen mit ihren Endausläufern in die Adventitia ein, wo sie weitmaschige Netze formen und in Capillaren übergehen. Ein Theil der kleinen Adventitialgefässchen gelangt zwischen die Elemente der mittleren Arterienhaut und bildet daselbst ein, nach der Quere gestrecktes, weites Maschenwerk, welches bis nahe an die Tunica intima heranreicht. Die letztere scheint immer gefässlos zu sein. Die Venenwurzeln, welche sich aus den Capillaren der Gefässhäute gesammelt haben, fliessen noch innerhalb der Adventitia zu kleinen Stämmchen zusammen, von denen je zwei ein arterielles Stämmchen begleiten, und ergiessen sich schliesslich in eine von den, in der Nachbarschaft verlaufenden, grösseren Venen.

Es pflegt dem, in mikroskopischen Untersuchungen minder Erfahrenen Schwierigkeiten zu bereiten, an gegebenen Objekten zu unterscheiden, ob eine Arterie oder Vene vorliegt, ob ein Gefäss als Capillare anzusprechen sei, kurz die verschiedenen Arten der Blutgefässe sicher zu erkennen. Es mögen desshalb hier in Kürze jene Anhaltspunkte zusammengestellt werden, welche in den allermeisten Fällen — brauchbare Präparate vorausgesetzt — eine gute Orientirung ermöglichen. Diese wird um so mehr erleichtert durch den Umstand, als an den abgestorbenen Körpertheilen, welche wir zur Untersuchung verwenden, die Arterien gewöhnlich stark contrahirt sind und nur wenig Blut enthalten, während die minder con-

tractilen Venen in mehr weniger ausgedehntem Zustande verharren und in den meisten Fällen verhältnissmässig mehr Blut führen. Ob man es mit dem Längs- oder Querschnitt eines Blutgefässes zu thun habe, immer ist zunächst die Dicke der Wandung im Verhältniss zu der Weite des Gefässlumens zu berücksichtigen. An etwas grösseren Arterien ist sie ganz ausnahmslos viel bedeutender als an den Venen. Den vorwiegendsten Antheil der Gefässwand bildet bei den Arterien die *Media;* sie ist in der Längenansicht des Gefässes durch die dicht gestellten, quer geordneten Muskelfasern, deren Kerne zum mindesten deutlich sind, charakterisirt. (Wo die Gefässwandung

Fig. 46.



Längen-Ansicht einer kleinen Arterie und Vene aus dem Pankreas des Hundes. (Carmin-Glycerin-Präparat.)

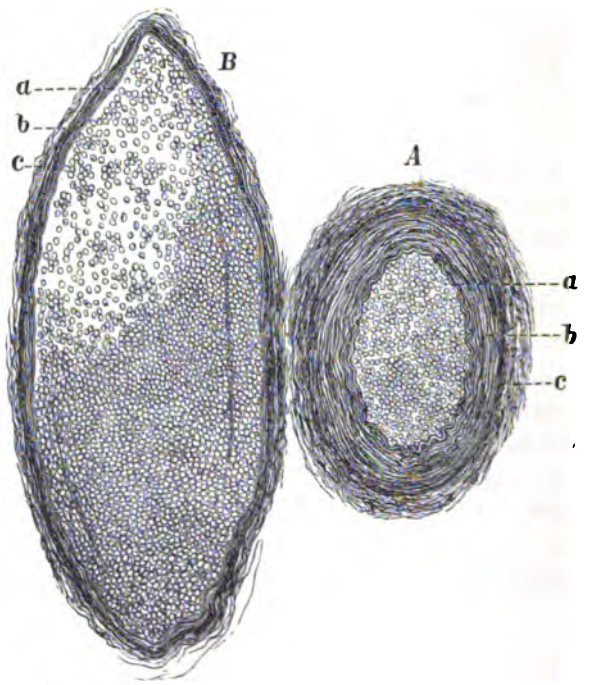
Der obere Theil der beiden Gefässe ist bei der Einstellung des Tubus auf die Achse derselben gezeichnet und zeigt sie daher im scheinbaren Längsdurchschnitt. Der untere Theil ist bei Einstellung des Tubus auf die Fläche der aufwärts gewendeten Gefässwand gezeichnet. (Hartnack, System VII. Ocul. 2.)

im wirklichen oder optischen Längsschnitt vorliegt, erscheinen die Muskelfasern und deren Kerne mit kreisförmigen oder elliptischen Contouren.)

Hat man also eine Arterie mit ihrer zugehörigen Vene vor sich, so wird man sofort an der bedeutend grösseren Anzahl der quergelagerten Muskelfasern die Arterie erkennen (Fig. 46), selbst dann, wenn, wie an kleinen Gefässen, der Dickenunterschied der Gesammtwandung im Verhältniss zu der Lichtung nicht klar genug in's Auge fällt. Auf dem Querschnitt zeigt sich die Media der Arterien als eine scharf begrenzte, compacte, concentrisch gestreifte Schichte, in welcher man vielleicht auch die Muskelfasern oder ihre Kerne erkennen wird. An Arterien mittleren Calibers sieht man

sie von einzelnen dünnen, elastischen Streifen durchzogen (Fig. 45 A). An grossen Arterien gibt die reichliche Entwicklung und regelmässige Schichtung der elastischen Substanz sofort das erwünschte Kennzeichen ab (Fig. 44). Die Media der Venen unterscheidet sich, ausser durch ihre auffallend geringere Mächtigkeit noch dadurch, dass ihre concentrische Schichtung häufig von Bindegewebszügen

Fig. 47.



Querschnitt durch eine Arterie (A) und eine Vene (B) des menschlichen Mesenterium nach Härtung in Chromsäure.
a. Intima, b. Media, c. Adventitia. (Hartnack, System VII. Ocul. 2.)

oder von längslaufenden Muskelbündeln unterbrochen ist (Fig. 45 B), die elastische Substanz aber stets auffallend zurücktritt.

Einen sehr brauchbaren Anhaltspunkt für die Orientirung an Gefässquerschnitten gibt ferner mitunter die Beschaffenheit der *Intima*. Nicht als ob für gewöhnlich auffallende Strukturverschiedenheiten derselben an Arterien und Venen erkennbar wären, dies ist meist nur an ganz grossen Gefässen der Fall. An allen Arterien aber,

mit Ausnahme der grossen Hauptstämme und der allerkleinsten Endästchen, ist die Intima in zahlreiche, der Länge nach gerichtete und steil erhobene Falten gelegt, wodurch der Innencontour der Gefässwand auf dem Querschnitt eine deutlich crenelirte Form gewinnt (Fig. 45 u. 47 A). Eine derartige Faltung der Intima kommt zwar in geringem Maasse auch an den Venen mitunter vor, allein sie bewirkt nur einen leicht wellenförmigen Contour des Querschnittes. Der Grund dieser Erscheinung liegt in der beträchtlichen Contraction der mittleren Arterienhaut; je stärker diese ist, desto steiler erscheinen die Falten.

Auch eine andere Erscheinung ist in der Contraction der Media begründet, insoferne, als durch sie die Festigkeit der Gefässwandung erhöht wird. An gehärteten Präparaten findet man nemlich die Gesammtform der Arterie im Querschnitt stets kreisförmig oder nur wenig oval, die Venen hingegen zeigen sich theils ganz abgeplattet, theils elliptisch (Fig. 47) oder bisquitförmig, bald unregelmässig eingebuchtet u. s. w. In seltenen Fällen, und zwar nur dann, wenn sie ganz prall mit Blut erfüllt sind, oder wenn sie durch ihre Anheftung an verhältnissmässig starre, umgebende Gewebe am Zusammenfallen gehindert werden (Lebervenen), erscheinen sie mehr weniger kreisrund.

Die *Adventitia* gibt nur geringe Anhaltspunkte für die Unterscheidung von Venen und Arterien am gehärteten Präparate. Allerdings überwiegt sie an Dicke bei mittleren und grösseren Venen, gegenüber den entsprechenden Arterien, sowohl absolut, als namentlich im Verhältniss zur Media. Allein abgesehen davon, dass die äussere Grenze der Adventitia gewöhnlich nicht scharf ausgeprägt ist, fällt der genannte Unterschied an kleinen Gefässen kaum in's Gewicht. Nur in den Fällen, wo bei Arterien die Entwicklung des elastischen Gewebes im inneren Antheil der Adventitia scharf ausgesprochen ist (Fig. 45 A), oder aber, wo bei Venen die längslaufende Muskulatur deutlich erkennbar wird, liegen darin verlässliche Kriterien.

Es kann endlich nicht genug hervorgehoben werden, dass man bei Würdigung aller jetzt genannten Momente stets zweierlei im Auge behalten muss, will man sich vor Täuschung bewahren; nnd zwar erstens die Oertlichkeit, aus welcher das Präparat entnommen ist, weil darnach Verschiedenheiten im Baue der Gefässe gegeben sind, und zweitens den Füllungszustand der Ge-

fässe, weil dadurch die Dickenverhältnisse ihrer Wandungen beeinflusst werden.

Als *Capillare* kann ein Blutgefäss dann mit Sicherheit angesprochen werden, wenn es entweder den Bestandtheil eines für die gegebene Körperregion charakteristisch gearteten Capillarsystems bildet, oder aber wenn man — gutes Präparat vorausgesetzt — sicherzustellen vermag, dass nur ein einfacher Wand-Contour an demselben vorhanden ist.

Anhang.

Steissdrüse, Carotisdrüse.

Die *Steissdrüse, glandula coccygea* — ein kleines, etwas in die Länge gestrecktes, röthlichgraues, härtliches Knötchen, welches neben der Spitze des Steissbeines gelegen ist, wurde zuerst von *Luschka* beschrieben und dann namentlich durch *W. Krause* und *J. Arnold* näher erforscht. Sie besteht im Wesentlichen aus Convoluten grösserer und kleinerer Blutgefässe, welche durch ziemlich straffes Bindegewebe aneinandergehalten werden. Die frühere Annahme, dass sie auch drüsige Elemente enthalte, hat sich als irrig erwiesen; sie war dadurch entstanden, dass man an Durchschnitten des gehärteten Objektes zahlreiche grössere und kleinere, rundliche Hohlräume, theils einzeln, theils zu Gruppen vereinigt, daneben auch schlauchartige Bildungen antrifft, welche mitunter von einer undeutlich körnigen Masse erfüllt, häufig aber ganz leer erscheinen. Nachdem man aber gesehen hatte, dass durch Injection farbiger Massen von der Arteria sacralis media aus alle diese Hohlräume erfüllt werden können, hat man alsbald auch an den Wandungen derselben alle Bestandtheile von Gefässhäuten, quere Muskellagen, Endothelbelag u. s. w. nachzuweisen vermocht. Es zeigte sich, dass durch den Stiel der Drüse von der genannten Arterie her mehrere Zweige in das Innere des Knötchens eintreten, sich dort alsbald beträchtlich erweitern und einen vielfach gewundenen Verlauf annehmen.

Von Strecke zu Strecke besitzen die Gefässwände auch blasenartige, halbkugelförmige Aussackungen. Aus diesen weiten Gefässen entspringen kleinere von dem Aussehen von Capillaren, welche unter mehrfachen Schlängelungen in die Anfänge der Venen übergehen. Diese sammeln sich, ebenfalls unter gewundenem Verlauf, zu mehreren Stämmchen, welche an der Seite der Arterien durch den Stiel der Drüse austreten. In dem Bindegewebe, welches zwischen den beschriebenen Gefässbildungen gelegen ist, sind auch feine Bündel markhaltiger Nervenfasern nachgewiesen worden.

Die Carotisdrüse, glandula carotica, auch *Ganglion intercaroticum* genannt, ist als eine ganz analoge Bildung, wie die Steissdrüse, erkannt worden. Sie besteht dem Wesen nach ebenfalls aus Convoluten grösserer und kleinerer Gefässe, zeichnet sich aber vor jener durch einen beträchtlichen Reichthum an Nervenfasern und Ganglienzellen aus.

Die eigenthümlichen Formationen der Steissdrüse sowohl als auch der Carotidendrüse hat man als verkümmerte Reste embryonaler Gefässausbreitungen gedeutet (*Arnold*).

II. Das Lymphgefässsystem.

Gleichwie das rothe Blut seinen Kreislauf durch den Körper innerhalb eines eigenen Röhrensystemes zurücklegt, ebenso bestehen für die Lymphflüssigkeit besondere Bahnen, innerhalb welcher sie sich aus den verschiedenen Geweben und Organen des Thierleibes sammelt und von der Peripherie gegen das Centrum fortbewegt. Die Gesammtheit dieser Bahnen stellt das Lymphgefässsystem dar. Da die Stromrichtung der Lymphe mit der des venösen Blutes parallel läuft, und die Hauptstämme des Lymphgefässsystems schliesslich in die grossen Körpervenen einmünden, so pflegt man dasselbe wohl auch als einen Anhang des Venensystemes zu betrachten, umsomehr, als mit Bezug auf die anatomische Anlage des Ganzen und auf den Bau der einzelnen Gefässe eine gewisse Analogie zwischen beiden nicht zu verkennen ist.

Die Untersuchung der Lymphbahnen in allen ihren Details begegnet sehr grossen Schwierigkeiten. Bei den Blutgefässen hatten wir es mit verhältnissmässig starkwandigen Röhren zu thun, welche eine, in sich geschlossene Kreisbahn formen, in allen Gebieten leicht mit Injectionsmasse erfüllt werden können und auch ohnedem durch den Reichthum ihres Inhaltes an gefärbten Formelementen selbst in ihren feinsten Abschnitten der Beobachtung zugänglich sind. Anders verhält es sich mit den Lymphgefässen. Die Aufsuchung und Verfolgung derselben ist wegen der, beinahe vollkommenen Durchsichtigkeit und verhältnissmässigen Zartheit ihrer Wände und wegen ihres meist klaren und farblosen Inhaltes ganz ausserordentlich erschwert, so dass es nur manchmal besonders günstige Umstände möglich machen, ohne vorhergegangene Injection, an der Leiche von Menschen oder Thieren mehr als einzelne Hauptstämme wahrzunehmen. Am leichtesten gelingt es noch an dem Mesenterium, den zusammenhängenden Verlauf der Lymphgefässe zur Ansicht zu bekommen und zwar dann, wenn dieselben, wie es zur Zeit der Verdauung und besonders nach fettreicher Nahrung der Fall ist, mit milchweissem Chylus erfüllt sind. An diesem Objekte hat auch *C. Aselli* im Jahre 1622 zuerst die Lymphgefässe entdeckt. Für gewöhnlich führt nur die Injection von gefärbten Massen zu dem gewünschten Ziele, aber auch diese gibt uns, wie wir sehen werden, lange nicht immer die entsprechenden Aufschlüsse mit der erforderlichen Sicherheit.

Die morphologische Gestaltung der verschiedenen Abschnitte der Lymphbahn zeigt uns die grösste Mannigfaltigkeit, besonders wenn wir ihre Verhältnisse bei den verschiedenen Wirbelthierklassen unter einander vergleichen. Gewisse Abschnitte der Lymphbahn bestehen aus cylindrisch röhrenförmigen Kanälen mit ganz selbständigen Wandungen, für welche man im eigentlichen Sinne des Wortes den Namen *Lymphgefässe* gebrauchen kann. Sie lassen sich eintheilen in die *Lymphgefässstämme-* und *Stämmchen*, d. s. grössere und kleinere, dem freien Auge und der Präparation noch zugängliche Gefässe, und in die *Lymphcapillaren*, meist netzartig angeordnete, mikroskopisch kleine Röhrchen, deren Abzugswege eben die Lymphgefässstämmchen darstellen.

Das Verhältniss dieser beiden Abtheilungen zu einander ist ganz analog dem der Blutgefässcapillaren zu den Venen, wobei jedoch der Umstand hervorzuheben ist, dass das Lymphcapillar-

system nur nach einer Seite hin mit grösseren Gefässen in Zusammenhang steht, nach der anderen Seite jedoch in sich geschlossen ist.

Andere Abschnitte der Lymphbahn weichen so sehr von dem morphologischen Charakter, mit welchem von den Anatomen gewöhnlich der Terminus »Gefäss« verknüpft wird, ab, dass man für sie ganz zweckmässig den Namen *Lymphraum — Lymphsinus* gebraucht. Es sind dies mehr oder weniger unregelmässig gestaltete Erweiterungen der Lymphbahn, welche ab und zu in den Lauf der wahren Lymphgefässe eingeschaltet sind, stellenweise sie auch vollständig ersetzen. Meistens stellen sie Aequivalente von Lymphgefässstämmen oder Stämmchen, seltener von Lymphcapillaren dar. Erhalten solche Lymphräume besonders grosse Ausdehnung, so führen sie auch den Namen *Lymphcysternen* oder *Lymphsäcke.* Die Lymphräume besitzen zwar insoferne eine eigene Wandung, als sie von einer geschlossenen Endothelhaut unmittelbar umgrenzt werden; jedoch verliert diese Wandung in vielen Fällen dadurch an Selbständigkeit, dass sie nur als ein zarter, zelliger Belag anderartiger Körperbestandtheile auftritt, und somit in mechanischer Beziehung eigentlich die letzteren die Rolle der Wandung übernehmen, z. B. die äussere Haut für die subcutanen Lymphräume der Batrachier, das Bauchfell für die sogen. Cysterna lymphatica magna der Amphibien, das adenoide Gewebe für die Lymphräume der Lymphknoten der höheren Wirbelthiere u. s. f. Es gibt indessen auch hier gewisse Zwischenformen, wie aus der unten folgenden, kurzen vergleichend anatomischen Zusammenstellung ersichtlich sein wird.

Als allgemeinen Charakter der Lymphgefässe und Lymphräume wollen wir also festhalten, dass dieselben eigene, zum mindesten aus geschlossener Endothelhaut bestehende Wandungen besitzen und dass ihr gegenseitiger, offener Zusammenhang mit voller Sicherheit erweislich ist.

Eine Frage von höchst einschneidender Bedeutung, welche neuerdings auf das eifrigste discutirt, aber noch immer nicht zu einem befriedigenden Abschluss gebracht worden ist, betrifft das Verhältniss der kleinsten, peripheren Lymphgefässe zu den verschiedenen Geweben und insbesondere zu dem Bindegewebe. Wir werden in dieser Beziehung als fundamentales Moment zu untersuchen haben, ob es allerorts ein, gegenüber den Geweben vollkommen abgeschlossenes Lymphcapillarnetz gibt, etwa wie das Blutcapillarsystem, oder ob die Spalten und Lücken der Gewebe, namentlich

des Bindegewebes, in offener Communication mit den Lymphgefässen stehen, somit auch noch den Lymphbahnen zuzuzählen sind.

Als eine Eigenthümlichkeit des Lymphgefässsystemes ist hervorzuheben, dass ein Theil der sogen. Binnenhöhlen des Körpers (Bauchhöhle, Brusthöhle) an gewissen Stellen mit ihm in offener Communication stehen.

Eine Besonderheit des Lymphgefässsystemes gegenüber dem Blutgefässsysteme besteht endlich noch darin, dass es an bestimmten Stellen des Körpers mit eigenartigen Parenchymen in innige Beziehung tritt, deren Hauptbestandtheil das adenoide Gewebe darstellt. Dieses ist zum Theil zu ganz selbständigen Organen gestaltet (Lymphknoten und Thymus), zum Theil aber in kleinen, minder scharf abgegrenzten Herden durch den Verdauungsapparat und auch in einzelnen anderen Körpergegenden vertheilt.

1) Die Lymphgefässe.

Der Beschreibung ihres anatomischen Baues müssen einige kurze Bemerkungen über Form, Verlauf und Anordnung vorausgeschickt werden.

Die *Lymphcapillaren* stellen in den verschiedensten Oertlichkeiten des Thierkörpers netzartig unter einander zusammenhängende, äusserst dünnwandige, mikroskopisch kleine Gefässchen dar, welche nicht anders, als in injicirtem Zustande unserer Beobachtung zugänglich sind. Trotz ihrer mannigfachen Aehnlichkeit mit den Blutcapillaren lassen sie sich doch bei einiger Uebung nicht schwer von diesen unterscheiden. Lymphcapillaren zeigen selten eine regelmässig cylindrische Form, sondern sind häufig mit leichten Ausbuchtungen und Einschnürungen versehen. Fast constant beobachtet man eine auffallende Verbreiterung an ihren Theilungsstellen. Sie sind ferner durchgehends weiter, oder wenigstens mehr erweiterungsfähig, als die Blutcapillaren, wobei die Röhrchen eines Capillarsystemes ein ziemlich verschiedenes Caliber besitzen können. An vielen Stellen bemerkt man auch in grösserer Anzahl blind endigende Röhrchen, welche sich dann gewöhnlich über das Niveau des Capillarnetzes erheben; sie sind als Analoga der Capillarschlingen der Blutgefässe zu betrachten. Die capillaren Lymphgefässnetze selbst sind in der Mehrzahl der Fälle gröber, als die der Blutgefässe. Ihr Lageverhältniss zu den Blutgefässcapillaren

gestaltet sich in der verschiedensten Weise: entweder die beiden Capillarformen laufen unter einander parallel (Hoden, Nickhaut des Frosches), oder sie durchflechten sich gegenseitig (Schwimmhaut des Frosches), oder endlich, die beiderseitigen Ausbreitungen sind mehr weniger vollständig von einander getrennt (in manchen Schleimhäuten). In letzterem Falle liegt das Netz der Blutcapillaren häufig oberflächlicher, als das der Lymphcapillaren. Wie die Blutgefässcapillaren, sind auch sie zumeist in Bindegewebe eingelagert und berühren nur ausnahmsweise unmittelbar anderartige Gewebselemente.

Die *nächsten Abzugskanälchen* der Lymphcapillarnetze erscheinen in Form von kurzen, meist bauchig gestalteten Röhrchen. Diese anastomosiren vielfach unter einander, ja sie treten an manchen Orten (z. B. Haut, Schleimhäute) zu einem förmlichen Netzwerk zusammen, welches sich durch seine Lage und durch die grössere Weite seiner Röhrchen und Maschen von dem Capillarnetze unterscheidet. Die aus diesen gröberen Netzen hervorgehenden *Lymphgefässstämmchen* sind bereits von ansehnlicher Weite (1—1·5 Mm.), so dass sie, wenn mit farbigen Massen injicirt, dem freien Auge ganz gut wahrnehmbar sind. Sie führen bereits eine ansehnliche Zahl von, in kurzen Intervallen abstehenden Klappen, welche, wie in den Venen, paarig einander gegenüber gestellt sind. Dadurch erlangen diese Gefässe im ausgedehnten Zustande ein ganz charakteristisches Aussehen. Es befindet sich nämlich centralwärts von einem jeden Klappenpaare eine bauchige Erweiterung des Gefässes, welche an Stelle der Klappe selbst einer scharf ausgeprägten Einschnürung Platz macht. In dieser Weise gewinnt jedes zwischen zwei Klappenpaaren befindliche Gefässstück eine flaschenartige Form, den Boden der Flasche peripheriewärts gekehrt; das ganze Gefäss erscheint rosenkranzförmig. (Dasselbe gilt auch für die grösseren Lymphgefässstämme). Auch sie gehen mehrfache Anastomosen unter einander ein, fliessen aber bald zu etwas stärkeren Stämmchen zusammen.

Diese Kategorie von Lymphgefässen schliesst sich ganz regelmässig dem Laufe der Blutgefässe an und zwar so, dass innerhalb der Organe meist nur ein Lymphgefäss an der Seite einer Arterie liegt, ausserhalb derselben aber die kleineren Arterienzweigchen immer von zwei Lymphgefässen begleitet sind, welche durch eine fortlaufende Kette von capillären Anastomosen unter einander zusammenhängen (Fig. 48). Dadurch werden die arteriellen Stämmchen förmlich von einem Lymphgefässnetze umsponnen, welches,

jedoch mit nur spärlichen Zweigchen, auch auf die begleitenden Venen übergreift. Aus ihnen sammeln sich die grösseren *Lymphgefässstämme*, deren Verlauf und Anordnung Gegenstand der systematischen Anatomie ist.

Die *histologischen* Verhältnisse anlangend, ist die Wandung der Lymphcapillaren einzig und allein aus einer einfachen Lage von Endothelzellen zusammengesetzt, welche sich von denen der Blutcapillaren im Allgemeinen durch grössere Breite, vorzüglich aber durch ihre unregelmässig ausgebuchteten Wände unterscheiden. Sie sind nur an Objekten, welche mit Silbersalpeter injicirt sind, zu erkennen. Eine Adventitia capillaris fehlt ausnahmslos. Auch an den, den Capillaren zunächst folgenden Lymphgefässchen ist häufig nur eine einfach contourirte, endotheliale Wand nachweisbar, nur selten kann man aus einem zweiten, zarten Contour das Vorhandensein einer, wahrscheinlich strukturlosen, umhüllenden Membran erschliessen. Im weiteren Verlauf aber entwickelt sich eine deutliche fibrilläre Aussenschicht, in welcher zunächst nur einzelne feine, elastische Fäserchen und ab und zu auch quergestellte, glatte Muskelfasern eingestreut sind. Eine deutliche Schichtung der Wand tritt erst an Lymphgefässen hervor, welche im ausgedehnten Zustande 0·8—1 Mm. Durchmesser besitzen.

Fig. 48.

Arterienzweig, von zwei Venen begleitet, mit einem umspinnenden Lymphgefässnetz; das letztere mit Berlinerblau injicirt. Aus dem subcutanen Bindegewebe des Menschen. (Hartn. Syst. I. Ocul. 2.) (17fache Vergrösserung.)

An diesen, sowie an allen grösseren Stämmen unterscheidet man, analog den Blutgefässen, drei Häute, von denen die *innerste* nebst dem Endothel noch feine elastische Fasernetze enthält. An der Innenhaut der Lymphgefässstämme der unteren Extremitäten finde ich beim Menschen stets eine — wenigstens im Bereiche des Oberschenkels — stark entwickelte, quere Muskelschichte. Die *mittlere* Haut zeigt sich fast ausschliesslich aus einer mehrfachen Lage quergestellter glatter Muskelfasern zusammengesetzt; elastische Elemente sind nur sehr spärlich vertreten. An den grösseren Stämmchen der unteren Extremitäten findet sich zwischen Media und Intima eine dünne Bindegewebsschichte mit längsverlaufenden zarten Fibrillen und

einigen, ebenfalls der Länge nach ziehenden, glatten Muskelfasern. Die *Adventitia* besteht aus fibrillärem Bindegewebe mit feineren und gröberen elastischen Fasernetzen, welche theils der Länge nach, theils in schräger Richtung geordnet sind. Fast alle nur etwas grösseren Lymphgefässstämmchen lassen in der Adventitia zerstreute, parallel den Bindegewebszügen verlaufende Bündel von glatten Muskelfasern erkennen.

Das Dickenverhältniss der einzelnen Wandschichten wechselt etwas nach den verschiedenen Oertlichkeiten. Bei den Gefässen der Rumpfhöhlen und des Halses ist die Intima verhältnissmässig sehr dünn, Media und Adventitia ungefähr einander an Stärke gleich, oder die letztere überwiegend. An den unteren Extremitäten, wo die Muskelanlagerung eine beträchtliche Verdickung der Intima erzeugt, kann diese der Media fast gleichkommen. Der Ductus thoracicus besitzt ebenfalls eine verhältnissmässig starke Intima, jedoch scheinen ihr die Muskelfasern völlig zu fehlen. Hingegen gelangt die elastische Substanz in Form von engen Fasernetzen zu einer bedeutenden Entwicklung; auch jene streifigen Lagen, welche oben an der Innenhaut der grösseren Arterien beschrieben worden sind, kommen ganz in derselben Gestalt und Lage dem Ductus thoracicus zu. Die Muskelbündel seiner Adventitia überkreuzen sich mehrfach, in schräg zu der Längsaxe verlaufenden Richtungen.

2) Die Lymphsinus.

Sie sind oben als verschieden gestaltete, an gewissen Stellen vorkommende Erweiterungen der Lymphbahn definirt worden, welche von ihrer Umgebung, durch eine eigene, continuirliche Wandung getrennt sind. Ihre hauptsächlichsten und am weitesten verbreiteten Fundstätten bei Säugethieren und Mensch sind die Lymphknoten; ich verweise mit Bezug darauf auf die weiter unten folgende Beschreibung der letzteren. Das anderweitige Vorkommen von Lymphräumen ist ein nach den verschiedenen Wirbelthierklassen- und Gattungen (wirbellose Thiere besitzen überhaupt kein eigenes Lymphgefässsystem) äusserst verschieden. Eine ganz besondere Entwicklung erlangen sie bei Amphibien und Reptilien. Mit Rücksicht darauf, dass nur die Beachtung vergleichend anatomischer Thatsachen zu einer richtigen Beurtheilung der verschiedenen Formen der Lymphbahnen führen kann, soll das wichtigste darüber beigebracht werden.

Bei dem *Geschlechte der Batrachier* ist die äussere Haut allerorts von den unterliegenden Fascien abgehoben, so dass unter ihr sich ein weiter Raum ausbreitet, welcher durch einzelne, insbesondere den Gliederungsstellen der Extremitäten entsprechende, zarte Bindegewebsblätter in mehrere Abtheilungen zerlegt wird. Diese Abtheilungen communiciren indessen unter einander, da die trennenden Scheidewände von feinen Oeffnungen durchbohrt sind. Diese Räume sind die *subcutanen Lymphsäcke* der Batrachier; sie besitzen vollkommen glatte Wände, welche mit einer Lage von Endothelzellen überkleidet sind und werden von den zur Haut ziehenden Nervenfäden und Blutgefässen frei durchsetzt. Ein anderer grösserer Lymphraum findet sich bei diesen Thieren an der hinteren Wand der Leibeshöhle, von der letzteren nur durch das abgehobene Bauchfell getrennt. Er ist unter dem Namen *Cysterna lymphatica magna* (*Panizza*) bekannt. In ihm verläuft die Aorta, die vorderen (unteren) Rückenmarksnervenstämme, der sympathische Grenzstrang u. s. w. Ausläufer dieses Lymphraumes setzen sich auf die, aus dem Herzen entspringenden, grossen Gefässe und ihre ersten Aeste fort. Andere Fortsetzungen der grossen Cysterne begleiten die Ramifikation der Blutgefässe des Darmes im ganzen Bereiche des Gekröses, und zwar in der Weise, dass alle stärkeren Aeste der Arteria und Vena mesenterica scheidenartig von je einem Lymphraum umschlossen werden. Ab und zu ziehen bindegewebige Balken von der Adventitia der Blutgefässe zur äusseren Wand des Lymphraumes. Diese besteht wieder nur aus einer einschichtigen Endothelzellenlage, welche von dem Bindegewebe des Mesenteriums getragen wird. Auch die äussere Oberfläche der Blutgefässe ist mit Endothel bekleidet. An anderen Stellen, als den genannten, kommen beim Frosche Invaginationen der Blutgefässe in Lymphräume nicht vor. Wenn dies auch früher mehrfach vermuthet und behauptet wurde, so haben die Untersuchungen *Langer's* doch auf das Evidenteste gezeigt, dass an allen übrigen Orten die grösseren Blutgefässe und die Lymphgefässe neben einander parallel laufen.

Bei den *molchartigen Amphibien*, sowie bei vielen *Reptilien* treten an die Stelle der subcutanen Lymphsäcke der Batrachier grössere, sinuöse Lymphgefässstämme, welche nach der ganzen Länge des Rumpfes von vorne nach rückwärts ziehen. Meist sind sie zu beiden Seiten, an der Grenze der Rücken- und Bauchmuskulatur, unmittelbar unter der Haut gelegen und gehen nach vorne in ansehnliche

Erweiterungen über; sie nehmen im Bereiche des Rumpfes mehrfach kleinere, querverlaufende Stämmchen, sowie die Lymphgefässe der Extremitäten in sich auf.

Alle *geschwänzten Amphibien* und die *Reptilien* besitzen an der dorsalen Seite des Rumpfraumes grössere Lymphbehälter, welche bald den Charakter von Gefässen, bald mehr den von buchtigen Räumen an sich tragen, dem Verlaufe der Aorta folgen und sich meist nach vorne und rückwärts in zwei Schenkel spalten. Bei den *Nattern* findet sich in der hinteren Leibeshälfte eine grosse Cysterne, aus deren vorderem Abschnitte ein rechter und ein linker Ductus thoracicus entspringt; der erstere scheidet in seinem weiteren Verlaufe die ganze Leber mit der Hohlvene, der letztere die Aorta ein.

Bei den *Knochenfischen* finden wir, ähnlich wie bei den Molchen, zu beiden Seiten des Körpers längslaufende Lymphgefässstämme, welche sich von der Schwanzwurzel bis unter den Schultergürtel erstrecken; ausserdem aber grössere Reservoirs an der Basis der Brust- und Schwanzflossen, welche mit den Seitengefässen in Zusammenhang stehen. Auch in der Rumpfhöhle liegen bei den Fischen sinusartige Lymphbehälter, welche ihre grösste Ausdehnung nach vorne in der Gegend des Schlundes erlangen.

Bei vielen *Vögeln* liegt in der Schwanzgegend ein häutiger Lymphsinus oder auch ein, mit Muskelfasern versehener Lymphsack.

Alle beschriebenen Lymphräume der Amphibien, Reptilien und Fische münden an bestimmten Stellen in das Venensystem (entweder Hohlvene oder ihre nächsten Aeste) ein, wobei wahrscheinlich ganz allgemein Klappeneinrichtungen bestehen, welche den Eintritt des Blutes in die Lymphräume verhindern. Da aber begreiflicher Weise die Strömung der Lymphe in so weiten, der treibenden Kräfte entbehrenden Säcken nicht constant nach gewissen Richtungen erfolgen kann, so ist der regelmässige Abfluss der Lymphe in die Blutbahn dadurch ermöglicht, dass in der Nähe des Zusammenflusses beider Gefässbahnen muskulöse, rhythmisch sich contrahirende Organe angebracht sind, welche unter dem Namen der *Lymphherzen* (seit *J. Müller*) bekannt sind. Es kommen deren bei manchen Thieren zwei, bei den meisten vier, bei anderen auch mehrere vor. Beim Frosche liegen zwei hintere Lymphherzen jederseits hinter dem Hüftbein an der Seite des Afters, die vorderen zwei neben dem Querfortsatze des dritten Wirbels, vom Schulterblatt bedeckt. — Auch bei manchen

Vögeln (Strauss) sind in Verbindung mit dem Caudalsinus Lymphherzen nachgewiesen worden.

Bei den *Säugethieren* kommen sinusartige Lymphbehälter, ausser in den Lymphknoten, noch an einigen anderen Oertlichkeiten vor, jedoch erreichen sie nicht annähernd jene Ausdehnung, wie bei den niederen Wirbelthierklassen, sondern sind meist nur der mikroskopischen Beobachtung zugänglich; auch wechseln die Verhältnisse sehr bei den verschiedenen Ordnungen, ja selbst Species der Säugethiere. In vielen Fällen sind auch die Anschauungen der verschiedenen Forscher keineswegs übereinstimmend. Sicher constatirt ist das Vorkommen von sinusartigen Lymphräumen an den lymphoiden Follikeln des Darmes bei dem Kaninchen. Es stellen diese, wie an dem betreffenden Orte näher ausgeführt werden soll, kugelförmig gestaltete Massen von adenoidem Gewebe dar, welche stellenweise in die Wand des Darmes eingeschaltet sind. Diese Follikel werden mit dem grössten Theile ihrer Peripherie von einem Lymphraume umschlossen, so dass nur ein kleines, der inneren Fläche des Darmes zugewendetes Segment derselben frei bleibt. Der Lymphraum besitzt daher die Form einer Kugelschale, welche dem Follikel aufgesetzt ist. Die durch eine einschichtige Endothellage gebildete Wand des Lymphraumes zerfällt in einen Theil, welcher der Oberfläche des Follikels anhaftet, und in einen anderen, welcher an dem umliegenden Bindegewebe befestigt ist, so dass man sich das Verhältniss ungefähr in der Weise vorstellen kann, als wäre durch den Follikel ein blasenförmiger Lymphraum von einer Seite her eingestülpt worden. Es muss aber sogleich bemerkt werden, dass bei vielen anderen Thieren derartige Sinus um die Darmfollikel nicht vorkommen und dass namentlich beim Menschen an Stelle derselben ein umspinnendes Netz von Lymphgefässen tritt.

Hier ist auch der Ort, von den sogenannten *perivasculären Räumen* zu sprechen. Fertiget man an einem, sammt seinen Häuten in Chromsäure erhärteten Gehirn oder Rückenmark, senkrecht auf die Oberfläche der Rinde Schnitte an, so dass der Zusammenhang mit der Pia mater erhalten bleibt, so findet man, dass die aus der letzteren in die Gehirnsubstanz eindringenden Blutgefässe, sowie ihre sämmtlichen weiteren Ramificationen, allenthalben durch grössere oder kleinere Spalten von dem umgebenden Gewebe getrennt sind. Diese Spalten lassen sich an Längsschnitten der unmittelbar eintretenden Gefässzweigchen bis an die Hirnoberfläche verfolgen, und münden

Erweit
kleiner
Extr

...l der Pia mater aus. Solcher Befund war ...n Histologen bekannt gewesen, als *His* im Anschauung hervortrat, dass dieses ganze anderes, als die Lymphbahnen der nervösen ...e. Hatte *His* in die Substanz des Gehirns selbst ...trieben, indem er an einer beliebigen Stelle der- ...nscanüle einstach, so füllte sich jedesmal ein ...n, deren jeder in seiner Axe, frei von der In- ...nspült, ein Blutgefäss erkennen liess — daher der ...e *Räume*. Bei den erwähnten Injectionsversuchen ..., dass sich die Injectionsmasse im weiteren Ver- ...hirnoberfläche und Pia mater (epicerebraler Raum) ...r erhielt auch eine Füllung der Lymphgefässe der ...lbst. Da sohin der Zusammenhang mit zweifellosen hergestellt erschien, so trug *His* kein Bedenken, die Räume der nervösen Centralorgane als Lymphräume Aehnliches hatte er an der Netzhaut des Auges ge- nun viele andere Histologen denselben Versuch mit ...ben Erfolge wiederholten, galt die Anschauung von *His* ...n als eine sichergestellte Thatsache, bis sie im Jahre eine umfassende Untersuchung *Boll's* erschüttert wurde. zur Evidenz, was einige Autoren bis dahin allerdings hatten, dass sowohl die perivasculären Kanäle, als auch ...brale Raum nichts anderes als Kunstprodukte seien, indem ...er Härtung des Organes in den üblichen Flüssigkeiten die ...a der Blutgefässe von den umgebenden Gewebstheilen los- ...nso wie dies künstlich durch die Einstichinjection bewerk- ...wird. Ein natürlicher Zusammenhang der erst so erzeugten mit den Lymphgefässnetzen der Pia mater existirt nach *Boll's* ...ngen nicht. Hingegen beschreibt dieser Forscher Lymph- , welche innerhalb der Adventitia der Gehirn- und Rücken- gefässe gelegen sind und durch Einstichinjection in das Ge- der Pia mater gefüllt werden können, wobei vorerst die In- ...nsmasse in das Lymphgefässnetz der letzteren gelangt. Diese *...ntitiellen Lymphräume* sind nach *Boll* durch ein kernführendes, ...helles Häutchen begrenzt.

Schon vor *His* hatte *Mac Gillavry* ein ähnliches Verhältniss ... der Leber des Hundes beschrieben; die sämmtlichen radiären ...apillaren der Leberinselchen sollten von lymphatischen Scheiden

vollständig eingehüllt sein. Auch diese können (so wie bei Hunden, auch an anderen Säugethieren und beim Menschen — selten beim Kaninchen) durch Einstich in die Lebersubstanz, oder durch forcirte Injection von dem Ductus hepaticus aus gefüllt werden. Ob sie aber thatsächlich zum Lymphgefässsystem gehören, ist noch nicht hinreichend erwiesen. Nach meinen Erfahrungen muss ich mich vollständig der Ansicht *Hering's* anschliessen, dass man es auch hier mit Kunstprodukten zu thun habe, welche wegen des verhältnissmässig lockeren Zusammenhanges der Leberzellen mit den Blutgefässwänden zu Stande kommen müssen, sobald Injectionsflüssigkeit in die Lebersubstanz eingepresst wird. Es hat sich zwar in neuester Zeit wieder *A. Budge* in einer sorgfältig durchgeführten Arbeit auf Seite *Mac Gillavry's* gestellt, allein auch seine Beobachtungen können die Einwendungen *Hering's* nicht gegenstandlos machen.

Ich füge noch hinzu, dass Einscheidungen von Blutgefässen durch Lymphräume ausserdem schon vor längerer Zeit durch *Brücke* in der Darmschleimhaut des Kaninchens, durch *W. Müller* für die Milz, von *Stricker* für die Nickhaut des Frosches beschrieben worden sind. Wenn bezüglich der beiden ersteren Oertlichkeiten manche entgegenstehenden Bedenken obwalten, so ist für die letztgenannte Stelle durch *Langer* der direkte Gegenbeweis geliefert worden, indem er als constanten Befund die Juxtaposition der Lymph- und Blutgefässe durch tadellose Injectionen beider festgestellt hat. — Eine eigentliche Endothelauskleidung konnte an den perivasculären Räumen von den meisten Beobachtern nicht nachgewiesen werden.

Es ist schon einmal der Thatsache gedacht worden, dass ein offener Zusammenhang zwischen dem Lymphgefässsystem und den grossen *serösen Körperhöhlen* bestehe. Dieses Verhältniss lässt sich am besten beim Frosch, an dem Theile des Bauchfelles, welcher als eine zarte Membran die Cysterna magna nach unten zu abgrenzt, konstatiren (*Schweigger-Seidel* und *Dogiel*). Nach Behandlung desselben mit Silbersalpeter (am besten Einspritzen von Silberleim in die Cysterne) erkennt man deutlich die differente Endothelzeichnung an den beiden Oberflächen dieser Membran, und ausserdem zahlreiche, feine, 11—35 μ. im Durchmesser haltende, runde oder ovale Lücken (Stomata), welche in derselben zerstreut vorkommen. Häufig sind diese Lücken gegen die Lymphcysterne zu etwas weiter als gegen die Bauchhöhle, so dass sie gewissermassen kurze Trichter dar-

stellen, durch welche hindurch die beiderlei Endothelformen in Zusammenhang treten. Durch eine eigenthümliche Anordnung der, dem Lymphsack angehörigen Endothelzellen in der nächsten Umgebung der Stomata, und namentlich dadurch, dass die Kerne der ersteren sich dicht um den Rand der letzteren gruppiren, wird man auch dann auf die Stellen, wo sich derartige Oeffnungen befinden, aufmerksam gemacht, wenn diese durch Aneinanderlagerung ihrer Ränder oder durch eingekeilte lymphoide Zellen und dergl. verschlossen sind.

An Säugethieren hat in ähnlicher Weise *Dybkowsky* für die Pleurahöhle und *v. Recklinghausen*, sowie *Ludwig* und *Schweiger-Seidel* für den Bauchraum, einen directen Zusammenhang mit dem Lymphgefässsysteme festgestellt. Mit Bezug auf die erstere ist interessant zu erfahren, dass die, als feine Spalten zwischen den Endothelzellen gelegenen Stomata nur in dem parietalen Theile der Pleura, und da nur entsprechend den Intercostalräumen, nie über den Rippen sich finden. Die Stelle, wo der Bauchraum bei Säugethieren mit dem Lymphgefässsystem communicirt, ist der sehnige Theil des Zwerchfells. Derselbe ist aus derben, sehnigen Bindegewebssträngen geformt, welche kanalartige Räume zwischen sich fassen, deren Auskleidung von den, für die Lymphbahnen charakteristischen Endothelzellen gebildet wird. Ueber diese Kanäle ist das Peritoneum frei hinweggespannt und zeigt hier nicht nur eine viel lockerere Fügung seiner Bindegewebsbündel, sondern auch eine eigenthümliche Beschaffenheit seiner Endothellage. Die Zellen der letzteren sind nemlich auffallend kleiner als an allen anderen Stellen des Bauchfelles und lassen zwischen sich feine Oeffnungen erkennen, welche in die unterliegenden Räume führen. Es ist hervorzuheben, dass man sowohl an der eben beschriebenen Stelle der Bauchwand, als auch an der Pleura ganz leicht eine schöne Füllung der Lymphgefässe erhält, wenn man einen gelösten oder feinkörnig vertheilten Farbstoff in die entsprechenden Höhlen einführt, und durch öfteres Aufblasen der Lunge für eine leichte Bewegung der Theile Sorge trägt. Hat man eine Silberlösung zu diesem Verfahren benützt, so kann man ganz wohl das Endothel der serösen Haut mit dem der darunterliegenden Lymphräume in Berührung treten sehen.

3) Das Verhältniss der kleinsten Lymphgefässe zu den sie umgebenden Geweben.

Die Herkunft der Lymphflüssigkeit haben wir uns in folgender Weise vorzustellen: Von dem in den Capillaren, und überhaupt in den kleinsten Blutgefässen kreisenden Blute verlässt ein Theil des Wassers sammt verschiedenen, darin gelösten, festen Bestandtheilen auf dem Wege der Filtration und Exosmose die Blutbahn. Diese mit dem Namen des *Parenchymsaftes* (Gewebssaftes) bezeichnete Flüssigkeit wird von jenen, theils ausserordentlich feinen, theils aber gröberen Lücken und Spalten beherbergt, welche die geformten Elementartheile der Gewebe zwischen sich übrig lassen. Da die Ausdehnung und die Gestaltung derselben zumeist von der Menge des eben vorhandenen Gewebssaftes abhängig sind, unterliegen sie innerhalb gewisser Grenzen einem steten Wechsel. Von den Gewebssäften gelangt nun eine gewisse — nach dem bestehenden Funktionszustande des Gewebes variirende Menge ihrer Bestandtheile in das Innere der umliegenden, geformten Elementartheile, um dort dem Stoffwechsel zu dienen, während umgekehrt eine gewisse Menge von Stoffen aus diesen wieder an die Parenchymsäfte abgegeben wird. Andererseits aber bilden die Gewebssäfte die Quellen der Lymphflüssigkeit.

Nun stellt sich uns die ebenso wichtige, als schwierige Frage in den Weg, in welcher Weise denn die Parenchymsäfte in das Innere der Lymphgefässe gelangen. Dafür sind zwei, von einander grundverschiedene Modalitäten denkbar. Es können erstens die Wandungen der besprochenen Gewebsspalten unmittelbar in die Wandungen der feinsten Lymphgefässe übergehen, und der Gewebssaft findet dann die Möglichkeit, so wie er ist, aus den Gewebsspalten in die Lymphgefässe zu übertreten; in diesem Falle ist für die einzelnen Gewebsbezirke der Gewebssaft identisch mit der Lymphe. Die Anhänger dieser Lehre drücken dies damit aus, dass sie sagen, *die Lymphgefässe hätten offene Wurzeln, oder die Gewebsspalten, beziehungsweise die Saftkanälchen seien die Wurzeln der Lymphgefässe.*

Zweitens aber kann man die Ansicht vertreten, die feinsten Lymphgefässe (die Capillaren) ständen in demselben morphologischen Verhältniss zu den Gewebsspalten, wie die Capillaren der Blut-

gefässe, d. h. *die Lymphcapillaren seien von den Gewebsspalten allenthalben durch eine eigene Wandung abgeschlossen.* In diesem Falle könnte der Parenchymsaft nur auf dem Wege der Endosmose in das Innere der Lymphgefässe gelangen, die Lymphflüssigkeit wäre daher nicht identisch mit dem Parenchymsaft, sondern ein Transsudat des letzteren.

Es lässt sich nicht läugnen, dass dermalen die Mehrzahl der Histologen entweder mit grosser Energie die erstere Ansicht als die allein richtige verficht, oder mindestens ihr mehr oder weniger zuneigt. Dennoch kann ich nicht umhin auszusprechen, dass von jenen Thatsachen, welche zur Entscheidung dieser Frage bis nun vorliegen, die am wenigsten anfechtbaren der zweiten Ansicht entschieden das Wort sprechen, und dass andererseits nichts thatsächliches vorliegt, was im Stande wäre, dieselbe vollständig zu widerlegen. Die endgültige Verständigung wird indessen wohl noch lange auf sich warten lassen. Es mögen nun die wichtigsten von den hierher gehörigen Beobachtungen angeführt werden.

Es wurde betreffenden Ortes bereits hervorgehoben, dass die Ramification der Blutgefässe stets innerhalb einer bindegewebigen Umgebung erfolge, und dass das interstitielle Bindegewebe der Organe stets auch den Träger für die Blutcapillaren abgebe, ebenso wie andererseits auch die Lymphcapillaren durchgehends im Bindegewebe eingelagert seien. Daraus geht hervor, dass gerade die, in dem fibrillären Bindegewebe enthaltenen Gewebslücken jene Stätten sein müssen, aus welchen vorzüglich die Aufnahme der Lymphe in die Lymphcapillaren erfolgt. In der That hatten *Ludwig* und *Tomsa,* sowie *Brücke,* gestützt auf die Ergebnisse von Injectionen, die Anschauung vertreten, dass die zwischen den geformten Baumitteln des Bindegewebes übrig bleibenden, spaltenartigen, unregelmässigen Räume die offenen Wurzeln der Lymphgefässe darstellten. Bald aber erhielt diese Lehre eine bedeutende Modifikation durch die umfassenden Untersuchungen *v. Recklinghausens.* Nachdem dieser Forscher in der Behandlung thierischer Gewebe mit schwachen Lösungen von Silbersalpeter die beste Methode zur Erforschung feinster Lücken bildungen in denselben gefunden zu haben glaubte, ging er zunächst damit zur Entscheidung der uns beschäftigenden Frage vor. Legt man nemlich bindegewebige Membranen in Lösungen von salpetersaurem Silberoxyd (ungefähr 0·5—0·2%) auf so lange Zeit, bis sie deutlich eine weisse Färbung erkennen lassen und wäscht sie dann mit Wasser aus, so erhält man, nach-

dem das Präparat eine Zeit lang dem Lichte ausgesetzt war, eine braune Färbung desselben. Die Untersuchung mit stärkeren Vergrösserungen lehrt nun, dass das Verhalten des reducirten Silbers zu den Gewebsbestandtheilen ein verschiedenes sein kann. Einmal bemerkt man eine gleichartige braune Färbung der Grundsubstanz des Bindegewebes, während die Lücken zwischen derselben sich als vollkommen farblose, verschieden gestaltete Figuren sehr scharf hervorheben. Ein anderesmal aber bleiben die geformten, leimgebenden Theile des Bindegewebes fast ganz farblos, und es hat sich in den Lücken zwischen denselben, sowie auch in den Bindegewebszellen, ein körniger, schwarzer Niederschlag gebildet. In noch anderen Fällen erhält man eine gleichmässig diffuse, braune Färbung des ganzen Präparates mit regellos eingestreuten, schwarzen Körnchen.

Es muss noch hinzugefügt werden, dass man an verschiedenen Stellen eines und desselben Präparates, selbst bei vorsichtigster Behandlung, ganz gewöhnlich alle drei genannten Silbereinwirkungen beobachten kann, und dass man es überhaupt nicht in seiner Gewalt hat, etwa durch besondere Modificationen der Impregnation stets die eine oder die andere Wirkung zu erzielen.

Die am meisten constanten Silberwirkungen erhält man, wenn man die frische Hornhaut des Auges zu der Impregnation benützt, und so ist denn auch diese zu einem vielbesprochenen Untersuchungsobjekt für die uns beschäftigende Frage geworden. Es zeigt sich hier, besonders wenn man den Bulbus in toto in die Silberlösung gebracht hat (was namentlich mit dem Froschauge gut möglich ist), und erst nach geschehener Impregnation die Hornhaut ausschneidet, ziemlich regelmässig die vorhin erst genannte Silberwirkung. Man findet nemlich bei Untersuchung der Hornhaut oder einzelner ihrer Lamellen von der Fläche her ein zierliches, helles Netzwerk von der braungefärbten Grundsubstanz scharf abgehoben, an welchem man breitere, oblonge Felder und von diesen ausstrahlende, feinere und gröbere, gerade oder zackige, weisse Linien unterscheiden kann, welche sich vielfach unter einander und mit den breiteren Feldern verbinden. Diese hellen Figuren sind zuerst durch *v. Recklinghausen* als ein von vornherein bestehendes, jedoch eigener Wandungen entbehrendes Lückensystem gedeutet worden, welches in der die einzelnen Bindegewebsbündel verknüpfenden, homogenen Zwischensubstanz der Hornhaut ausgegraben ist.

Die breiteren, oblongen Felder hat er mit dem Namen der *Saftlücken*, die sie verbindenden, feinen, verästigten Linien als *Saftkanälchen* bezeichnet. (Nebenbei sei hier bemerkt, dass die Saftlücken die Lagerungsstätten der Hornhautzellen sind.) In ähnlicher Weise, aber selten so klar und vollkommen, lassen sich die Saftkanälchen in anderen bindegewebigen Bildungen nachweisen.

Dieses Kanalsystem unterscheidet sich also von den *Ludwig'schen* Gewebsspalten durch eine bestimmtere Gestalt und Begrenzung, welche nicht durch die geformten Baumittel des Bindegewebes, sondern durch die formlose Zwischensubstanz derselben gegeben ist. Trotz mancher, gegen die Entdeckung *Recklinghausen's* erhobenen Einwürfe kann es jetzt als ausgemacht gelten, dass die Saftkanälchen und Saftlücken wirklich im Leben vorhandenen Räumen des Bindegewebes entsprechen, welche als Behälter des Parenchymsaftes dienen.

v. Recklinghausen und nach ihm eine grosse Anzahl von bewährten Forschern nehmen nun an, dass *diese Saftkanälchen und -Lücken die Wurzeln der Lymphgefässe darstellen* und mit ihnen in allseitigem, offenem Zusammenhange stehen. Dies wird vornehmlich aus Injectionsversuchen erschlossen, bei denen es sich herausstellte, dass die Injectionsmasse in der That einen Weg aus den Saftkanälchen in die Lymphgefässe, und umgekehrt aus den letzteren in die ersteren zu finden vermag, dass also durch die künstliche Injection die unmittelbare Continuität beider Kanalsysteme hergestellt werden kann. Dem gegenüber steht aber die Thatsache fest, dass man fast allerorts im Körper der verschiedenen Wirbelthiere durch zweckmässig und vorsichtig geleitete Injection ein geschlossenes System von Lymphcapillaren darstellen kann, ohne dass eine Spur von Injectionsmasse in die Saftlücken gelangen müsste; das letztere tritt erst dann ein, wenn der Injectionsdruck über ein gewisses Maass gesteigert wird. Ebenso steht es fest, dass bei direkter Erfüllung der Saftlücken durch einfachen Einstich der Injectionskanüle in das Gewebe selbst die Injectionsmasse fast ebenso oft ihren Ausweg durch die Blutgefässe, als wie durch die Lymphgefässe sich bahnt. Ob man sich nun dafür entscheidet, dass der Uebertritt der Injectionsmasse aus den Lymphgefässen in die Saftlücken, und umgekehrt, beweisend sei für den *präformirten* Zusammenhang beider, oder ob man diesen nur als durch die Injection *künstlich* hergestellt erachtet, hängt wesentlich davon ab, bis zu welchem Grade man seinen Injectionsresultaten

Vertrauen entgegenbringt. Wer durch langjährige und vielseitige Uebung in diesem Zweige der anatomischen Technik gelernt hat, mit vorsichtiger Kritik die Ergebnisse seiner Arbeit zu prüfen, wer mit eigenem Auge gesehen hat, dass in der That keine Gefässhaut für unsere sogen. colloiden Injectionsmassen (Leim, Berlinerblau), ja selbst für fettige und Harzmassen undurchdringlich ist, dass unter gewissen Umständen die Injectionsmasse, ohne nachweisbare Zerreissungen der Gewebe, selbst durch grosse Lymphgefässstämme diffundiren und so zu sagen überall hin ihren Weg finden kann, der wird es begreiflich finden, dass man der einfachen Thatsache des Uebertrittes der Injectionsmasse aus den Lymphgefässen in die Saftkanäle keine unmittelbare Beweiskraft zur Entscheidung unserer Frage beilegen dürfe. Ganz dasselbe gilt auch bezüglich des Verhältnisses der *Ludwig'schen* Gewebsspalten zu dem Lymphgefässsystem.

Nicht genug verwahren aber kann man sich gegen die, in neuerer Zeit mehrfach beliebte Methode, ohne Berücksichtigung aller entgegenstehenden Thatsachen und ohne anderweitige Beweisführung überall dort in den verschiedensten Geweben »Lymphräume« oder »Lymphgefässwurzeln« zu erblicken, wohin man mit mehr weniger Gewaltanwendung eine Injectionsmasse zu treiben im Stande war.

Einen anderen Beweisgrund für die offene Ausmündung der Saftkanälchen in die feineren Lymphgefässe hat *v. Recklinghausen* den vorhin besprochenen Silberbildern entnommen. In der That gewinnt es in einzelnen Fällen, und namentlich an dem Centrum tendineum des Zwerchfelles den Anschein, als ob ein solcher Zusammenhang vorhanden wäre. Niemand wird aber bestreiten, dass man immerhin eine Anzahl von Silberpräparaten anfertigen und durchmustern muss, bis man einmal einem derartigen Bilde begegnet. Man könnte sich nun nichtsdestoweniger, und trotz unseres mangelhaften Einblickes in die Wirkung des Silbersalpeters auf die Gewebe damit zufriedenstellen: aber keineswegs hat man die Berechtigung gewonnen auf diese Erfahrungen hin, welche an einzelnen beschränkten und durch eigenartige Bauverhältnisse ausgezeichneten Oertlichkeiten gemacht worden sind, einen ganz allgemein gültigen Lehrsatz zu formuliren. Dies ist um so weniger gestattet, als in Bezug auf andere Körperstellen ganz klare Thatsachen vorliegen, welche entschieden für das Gegentheil sprechen. Solche sind uns namentlich durch *Teichmann's* und *Langer's* Arbeiten in hinreichender Zahl bekannt geworden. Diese

Forscher haben in den verschiedensten Geweben und Organen geschlossene Netze von Lymphcapillaren dargestellt, welche durch ihre typische Anordnung und Lage streng charakterisirt sind, und keineswegs einen Zusammenhang mit dem Saftkanalsystem zeigen. Durch zahlreiche Injectionsversuche, welche ich selbst nach den Methoden der genannten Forscher vorgenommen habe, sowie durch die genaue Bekanntschaft mit den *Langer'schen* Präparaten bin ich zur vollsten Ueberzeugung gelangt, *dass an all den Orten, wo es bisher gelungen ist, typische Netze von Lymphgefässcapillaren rein darzustellen, diese als die ersten Anfänge der Lymphgefässe betrachtet werden müssen, und dass die Lymphcapillaren, ebenso wie die Blutcapillaren, gegen das Saftkanalsystem allseitig abgeschlossen sind.*

Anmerkung. Bevor noch das *v. Recklinghausen'sche* Saftkanalsystem sich die allgemeine Anerkennung errungen hatte, sind von anderen Autoren Gefässkanälchen beschrieben worden, welche eigene Wandungen besitzen, aber so fein sein sollten, dass sie nur von Flüssigkeiten, nicht von Blut- oder Lymphkörperchen passirt werden könnten. Die Bezeichnungen: *plasmatisches Gefässsystem, Saftröhrchen, intermediäres Gefässsystem* beziehen sich auf solche Kanälchen. Mehrfach wurde auch behauptet, dass durch derartige Bahnen eine directe Verbindung der feinsten Blut- und Lymphgefässchen unter einander hergestellt werde. Ein solches präformirtes Kanalsystem besteht aber keinesfalls, und es ist nicht schwer, die betreffenden Angaben theils auf Verwechslungen mit dem *Recklinghausen'schen* Saftkanalsystem, theils auf unrichtige Deutung von Injectionsresultaten zurückzuführen. (Vergl. u. A. Seite 292.)

4) Das adenoide Gewebe und seine Formationen.

Wir haben bereits an einer anderen Stelle die Formelemente kennen gelernt, welche sich an der Zusammensetzung des adenoiden*) Gewebes (*His*) betheiligen; es sind dies einerseits *strahlig verzweigte Bindesubstanzzellen*, welche durch gegenseitige Vereinigung ihrer Ausläufer ein zusammenhängendes, zartes Netzwerk — *Reticulum* —

*) ἀδενοειδής, drüsenartig von ὁ ἀδήν, die Drüse; und zwar wurden bei den Griechen hauptsächlich die Mandel und die Lymphknoten (im geschwollenen Zustande) darunter verstanden.

herstellen (siehe Seite 133), und andererseits *lymphoide Zellen*, welche ihrer Natur nach ganz mit den Lymphzellen, farblosen Blutzellen u. s. w. übereinstimmen. Diese beiderlei Formelemente sind so ineinandergefügt, dass die lymphoiden Zellen die Maschenräume des Reticulum einnehmen und mit ihnen durch eine formlose, halbflüssige, eiweisshaltige Zwischensubstanz verkittet sind.

Die lymphoiden Zellen bilden der Masse nach den hervorragenderen Theil des adenoiden Gewebes, so dass man an Durchschnitten gehärteter Objekte, sowie bei der Untersuchung der frischen Substanz vorwiegend nur diese zur Ansicht erhält, und es den Anschein gewinnt, als ob das ganze Gewebe nur aus ihnen zusammengesetzt wäre. Durch Schütteln von Durchschnitten des erhärteten Gewebes, oder auch, wenn gleich minder vollständig, durch vorsichtiges Bepinseln desselben kann man, wie bereits beschrieben worden ist, das Reticulum klar zur Ansicht bringen. —

In dieser reinen Form kommt das adenoide Gewebe vor: in den Lymphknoten, in der Thymus, sowie in den verwandten Organen der niederen Wirbelthiere; ferner in den Tonsillen, in den Balgdrüsen der Zunge, an gewissen Stellen des Rachens, des Darmes, der Conjunctiva, der Harnblase, des Kehlkopfs u. s. w., endlich in der Milz. Dabei kann es in den verschiedensten Gestaltungen erscheinen.

Sehr häufig sind aus dem adenoiden Gewebe scharf umgrenzte Gewebsmassen geformt, welche entweder eine regelmässige Kugelgestalt zeigen, oder auch ellipsoidisch, eiförmig oder birnförmig sein können. Sie werden von dem freien Auge leicht wahrgenommen, da sie in der Regel 0·5—1·5 Mm. im Durchmesser besitzen. Für sie ist ganz allgemein der Name *Lymphfollikel**) gebräuchlich, obwohl sie an einzelnen Organen auch noch andere Bezeichnungen führen: so heissen sie in der Milz *Malpighi'sche Körperchen*, in den Lymphknoten auch *Alveolen* u. s. w.

---

*) Da das lateinische *Folliculus* einen Balg, eine Schale (etwa von Früchten) bedeutet, so ist es eigentlich ganz unpassend, die Bezeichnung Follikel für einen soliden Gewebskörper anzuwenden; sie stammt aus früherer Zeit, als man unsere adenoiden Kugeln für hohle, den eigentlichen Drüsen zugehörende Bildungen ansah, und ihnen eine secretorische Bedeutung zuschrieb. Daher kommt es auch, dass man noch immer, wenngleich vollkommen systemwidrig, für verschiedene Formationen des adenoiden Gewebes den Namen »*Drüse*« gebraucht.

An Durchschnitten gehärteter Objecte bemerkt man sehr häufig, besonders bei gewissen Thieren, dass die centralen Parthien der Lymphfollikel ein etwas helleres Aussehen zeigen, als die peripheren. Es kommt dies hauptsächlich davon her, dass in dem ersteren Theile des Follikels das Reticulum zarter und weitmaschiger, die lymphoiden Zellen geringer an Zahl, hingegen die ungeformte Zwischensubstanz verhältnissmässig reichlicher vertreten ist. Man begegnet den Lymphfollikeln in wechselnder Zahl und Grösse in allen oben genannten Fundstätten des adenoiden Gewebes, und diese häufige Gestaltung desselben zu kugeligen Gebilden hat auch *Henle* Veranlassung gegeben, dafür die Bezeichnung »conglobirte Substanz« vorzuschlagen.

In anderen Fällen ordnet sich das adenoide Gewebe zu scharf begrenzten, cylindrischen Strängen von 50—180 μ Querdurchmesser, welche sich in kurzen Intervallen verästigen und netzartig unter einander verbinden; so in einem gewissen Bezirke der Lymphknoten und der Milz. In noch anderen Fällen zeigt es sich als eine ganz diffuse Masse ohne reguläre Form, entweder von dem umliegenden fibrillären Bindegewebe deutlich abgegrenzt, oder ganz unmerklich in dasselbe übergehend, z. B. in den Tonsillen, häufig auch im Darme u. s. w.

Das adenoide Gewebe besitzt eigene *Blutgefässe,* deren Charakter und Anordnung je nach den verschiedenen Formationen wechseln. An den Follikeln finden wir stets ein oberflächliches, die ganze Peripherie derselben umstrickendes Capillarsystem mit polygonalen Maschen, von welchem aus Abzweigungen in radiärer Richtung in das Innere des Follikels eindringen. Diese radiären Capillaren erreichen gewöhnlich nicht ganz das Centrum, sondern biegen noch vorher in steilen Schlingen um, um sich wieder in die umspinnenden Capillaren zu ergiessen, oder sie fliessen mit anderen benachbarten zusammen. So kommt es, dass häufig im Centrum des Follikels eine gefässfreie Stelle sich befindet, ein Verhalten, welches aber keineswegs typisch ist, da man fast ebenso oft ein oder das andere Capillarröhrchen gerade die centralen Parthien passiren sieht. In den strangartigen Formationen des adenoiden Gewebes findet sich entweder ein einfaches oder doppeltes, axial verlaufendes Gefäss oder aber, und namentlich in den stärkeren Strängen, ein Capillarnetz mit in die Länge gestreckten Maschen. In den diffusen An-

häufungen adenoiden Gewebes lässt sich eine typische Anordnung der Blutgefässe nicht erkennen.

Eine besondere Eigenthümlichkeit zeigt das Capillarsystem des adenoiden Gewebes mit Rücksicht auf die Erfüllung desselben mit durchsichtigen Injectionsmassen. Mag man wässriges, lösliches Berlinerblau oder auch Gelatine, mit diesem oder mit Carmin versetzt, zur Injection verwenden, so wird man stets finden, dass in keinem anderen Gewebe des Körpers diese Flüssigkeiten so leicht durch die Gefässwände diffundiren, als eben hier. Worin der Grund dafür gelegen ist, ob in einer eigenthümlichen Beschaffenheit oder in einer besonderen Zartheit der Capillargefässwände oder darin, dass die letzteren an der, sie umgebenden, halbflüssigen Zwischensubstanz weniger Stütze finden, als bei anderen Gewebsformen, das lässt sich nicht entscheiden. Man findet aber aus diesem Grunde häufig an Objekten, welche mit leimigen Massen injicirt und nachträglich in Alkohol erhärtet worden sind, die Injectionsmasse durch das ganze adenoide Gewebe verbreitet und je nach der Stärke des angewendeten Druckes und je nach dem Grade der Schrumpfung des Leimes in dem Härtungsmittel zu verschiedenen Figuren gestaltet. In der Regel umgibt die Leimmasse, welche die formlose Zwischensubstanz verdrängt oder sich mit ihr vermischt hat, in dünnen Schalen und Ringen die einzelnen lymphoiden Zellen, — Bilder, welche zur Annahme eines besonderen »plasmatischen« Gefässsystemes innerhalb des adenoiden Gewebes Veranlassung gegeben haben. Dass in der That die Injectionsmasse in diesen Fällen nicht innerhalb eines präformirten Kanalsystemes gelegen ist, lässt sich unter anderem dadurch erweisen, dass man bei Benützung von *wässrigem* Berlinerblau, dort wo dieses durch die Gefässwände diffundirt ist, niemals eine Andeutung von Kanälchen, sondern stets nur eine diffuse, hellblaue Färbung des ganzen Gewebes erhält.

Die Beziehungen des adenoiden Gewebes zu dem *Lymphgefässsystem* sind sowohl nach morphologischer als nach physiologischer Seite sehr innige. Zunächst sind es die Lymphknoten, deren hervorragenden Bestandtheil das adenoide Gewebe ausmacht, welche am deutlichsten die genannten Beziehungen erkennen lassen. Die Lymphdrüsen sind recht eigentlich in die Bahn des Lymphstromes eingeschaltet und wir werden sehen, wie in ihnen die kugel- und strangförmigen Formationen des adenoiden Gewebes allseitig von der Lymphflüssigkeit umspült sind, gewissermassen frei in dem

Lymphstrome aufgehangen erscheinen. Auch die Lymphfollikel des Darmes zeigen uns, wie wir bereits gesehen haben, zum mindesten bei gewissen Thieren ein ganz gleiches Verhältniss, indem der grösste Theil ihrer Circumferenz von einem schalenartigen Lymphraum umgeben ist. Bei vielen anderen Thieren aber tritt an die Stelle des einfachen Raumes ein reiches Netzwerk von Lymphgefässen. Ein ähnliches umspinnendes, lymphatisches Netz ist auch, wenngleich nicht in so reicher Entfaltung, an den Follikeln der Tonsillen und Zungenbalgdrüsen nachweisbar, während man anderwärts, wie in der Thymus und in der Milz, noch keine ähnlichen Beziehungen zu Lymphgefässen sicherzustellen vermocht hat. In's Innere der Lymphfollikel erstrecken sich, wie es scheint, die Lymphgefässe niemals.

In functioneller Beziehung spricht sich die Zusammengehörigkeit des adenoiden Gewebes mit dem Lymphgefässsystem darin aus, dass wir das erstere als eine der hauptsächlichsten Bildungsstätten für die geformten Elemente der Lymphe — die lymphoiden Zellen — betrachten müssen. Wenn auch die Beweisgründe dafür noch nicht so sicher sind, als es wünschenswerth wäre, so lässt sich doch nichts Wesentliches gegen die Annahme einwenden, dass in dem adenoiden Gewebe durch Theilung der vorhandenen lymphoiden Zellen stets neue entstehen, während einige von ihnen aus dem Gewebe auswandern und in den Lymphstrom gelangen.

Gegenüber dieser bisher besprochenen, reinen Form des adenoiden Gewebes ist noch einer Art von Zwischenform zwischen ihm und dem fibrillären Bindegewebe zu gedenken. Man findet nemlich nicht selten eine mehr weniger reichliche Anhäufung von lymphoiden Zellen in dem letzteren, wie dies besonders im Bereiche der Darmschleimhaut der Fall ist, aber auch anderorts, z. B. in der Pleura, in dem Omentum, jedoch nur an ganz beschränkten Stellen vorkommt. Man hat diesen Zustand des fibrillären Bindegewebes als *Lymphinfiltration* bezeichnet. Er ist nicht ohne Bedeutung für die Auffassung des ganzen Charakters des adenoiden Gewebes. Nach einer jetzt fast allgemein getheilten Anschauung wäre dasselbe als eine eigenthümliche Modification des fibrillären Bindegewebes zu betrachten, welche hauptsächlich auf eine beträchtliche Ausdehnung der, zwischen den Bindegewebsbündeln befindlichen Lücken, strahlenförmiges Auswachsen der Bindesubstanzzellen und massenhafte Einlagerung von lymphoiden Elementen zurückzuführen wäre. Als be-

sonders geeignet zu dieser Metamorphose wird die Adventitia der kleineren Blutgefässe gehalten.

5) Die Lymphknoten.

Mit dem Namen der *Lymphknoten, Lymphdrüsen — glandulae lymphaticae* — bezeichnet man kleine, parenchymatöse *) Organe, welche an bestimmten Oertlichkeiten des Körpers (insbesondere an der Beugeseite der grösseren Gelenke der Extremitäten, in der Nähe der Gefässpforten vieler Eingeweide, im Gekröse des Darmes, in dem retroperitonealen Raume, in dem Mediastinalraume und an mehreren Stellen des Halses) in den Verlauf einzelner Lymphgefässstämme eingeschaltet sind. Die mikroskopische Untersuchung weist in ihnen zwei differente Gewebsformen nach, von denen die eine — *fibrilläres, geformtes Bindegewebe* — das Gerüst und die Stütze des Ganzen herstellt, die andere — *adenoides Gewebe* — das Parenchym bildet. Beide diese Bestandtheile der Lymphknoten sind so angeordnet, dass ihre Formationen, von einander räumlich getrennt, ein vielverzweigtes Lückensystem zwischen sich fassen, welches von der Lymphe durchströmt wird. Da, wie gesagt, die Lymphknoten in den Verlauf von Lymphgefässstämmen eingeschaltet sind, also von einer Seite her der Lymphstrom an sie heran und in sie hineintritt, von einer anderen Seite aber sie wieder verlässt und in Lymphgefässe übergeht, so ist es eine wichtige Aufgabe der histologischen Untersuchung, nachzuweisen, in welcher Art die Continuität der Lymphbahn innerhalb des Knotens zwischen den *zu-* (*Vasa inferentia*) und *ableitenden* (*Vasa efferentia*) Lymphgefässen hergestellt ist.

Das bindegewebige Gerüste, wenn auch ein, durch den ganzen Lymphknoten zusammenhängendes Ganzes, muss doch seiner Lage und Gestaltung nach eingetheilt werden, in eine Kapsel, welche die ganze Oberfläche der Drüse umhüllt und in ein Trabekelsystem, welches das Innere derselben durchzieht. Die erstere ist je nach der Grösse der Drüse und auch je nach der verschiedenen Thierspecies von verschiedener Mächtigkeit und aus ziemlich fest gewebtem,

*) Mit dem Ausdruck *Parenchym* (παρά und ἐγχύω) bezeichnet man weiche, drüsenartige Organe im Gegensatz zu fibrösen Gebilden und Muskeln. Er entstammt der Vorstellung der alten Griechen, dass in derartigen Organen das Blut, mit Säften vermischt, um die Blutgefässe herum ausgegossen sei.

grobfaserigem Bindegewebe geformt. Man darf sich diese Kapsel nicht als eine in sich abgeschlossene Membran vorstellen: es laufen vielmehr zahlreiche Faserbündel von ihr einerseits in das umliegende Bindegewebe aus, wodurch die Drüse gewissermassen an die Umgebung fixirt wird, andererseits übergeht eine grosse Zahl derselben in das innere Trabekelsystem, so dass man sagen kann, dass das letztere in der Kapsel wurzele, von ihr seinen Ausgangspunkt nehme.

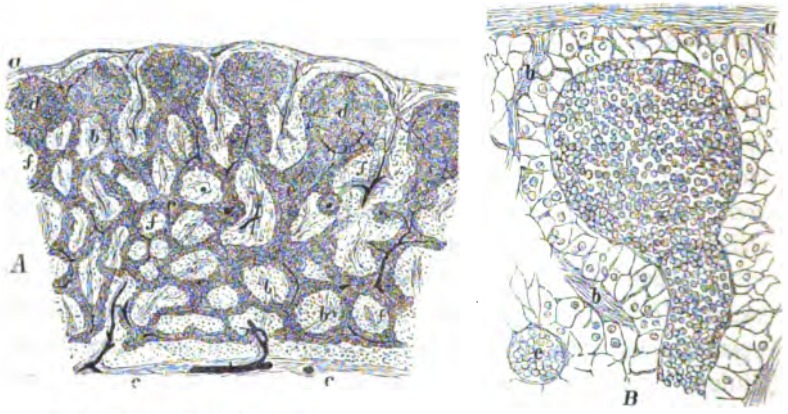
Es wird das Trabekelsystem gebildet von einer grossen Anzahl feinerer und stärkerer, bindegewebiger Stränge und Lamellen, welche sich vielfach verästigen und mit ihren Ausläufern unter einander zusammenfliessen. In den peripher gelegenen Theilen des Knotens sind dieselben stärker, die von ihm begrenzten Lücken verhältnissmässig gross, von annähernd kugeliger oder ovoider Gestalt. In den inneren Parthien des Lymphknotens hingegen werden die bindegewebigen Lamellen und Stränge feiner und dünner, ihre Verästigung eine reichere, die zwischen ihnen bleibenden Zwischenräume kleiner. In jener Gegend, wo die Lymphgefässe aus der Drüse austreten, gestaltet sich das Trabekelsystem zu einer compacteren, bindegewebigen Masse, in welcher eine Anzahl kanalartiger Räume sichtbar wird. Diese, unter dem Namen *Hilusstroma* (nach *His*) bekannte Formation ist jedoch in den Lymphknoten verschiedener Körperregionen und je nach der Thierspecies in sehr verschiedener Mächtigkeit entwickelt, verdient aber schon desshalb eine besondere Bezeichnung, weil sie nicht wie das Trabekelsystem der übrigen Abschnitte der Lymphknoten adenoides Gewebe in ihre Lücken aufnimmt, also kein Parenchym besitzt. In vielen Fällen, insbesondere auch in den grösseren Lymphknoten des Menschen, erscheint das Hilusstroma an Querdurchschnitten als eine in sich begrenzte, hellere Stelle, welche, etwa wie der Sinus renalis, von dem parenchymatösen Theile der Lymphknoten umfasst wird (vergleiche Fig. 50 B.) Auch in anderer Beziehung lässt sich die Region des Hilusstroma mit dem Sinus renalis vergleichen, da in ihm, wie wir sehen werden, die erste Ramification der grösseren Blutgefässe der Lymphknoten erfolgt, und die aus ihm tretenden Lymphgefässstämme sich sammeln.

Es ist noch zu bemerken, dass an sehr vielen Lymphknoten das bindegewebige Gerüste mit contractilen Elementen, in Gestalt von glatten Muskelfasern versehen ist. Meist mehr vereinzelt in der äusseren Kapsel und in dem Trabekelsystem eingestreut, bilden sie jedoch, wie zuerst *v. Recklinghausen* gefunden hat, an den

grossen Lymphknoten des Rindes ganz zusammenhängende Züge, so dass man nach Zerstörung der Bindegewebselemente durch Salpetersäure die Anordnung des Gerüstes an den erhalten gebliebenen Muskelfaserzügen noch ganz gut zu erkennen vermag. Die Bedeutung dieser contractilen Elemente für die Strömungsverhältnisse der Lymphe ist von selbst einleuchtend.

Das *Parenchym* der Lymphknoten besteht, wie bereits erwähnt worden ist, aus adenoidem Gewebe, welches theils zu kugelähnlichen, theils zu strangartigen Massen geformt ist. Es findet seinen Ort

Fig. 49.



A. Durchschnitt durch einen in Alkohol erhärteten Lymphknoten aus dem Mesenterium der Katze. Die Blutgefässe, an dem Präparat mit Berlinerblau injicirt, sind tief schwarz gezeichnet (Carmintinction).
a. Aeussere Bindegewebskapsel, bb. Durchschnitte von bindegewebigen Trabekeln, c. Bindegewebe des Hilusstroma, d. Rindenknoten, ee. Markstränge, f. Lymphbahnen. (Hartnack, Syst. II. Ocul. 2.)

B. Durchschnitt durch einen Rindenfollikel eines ebensolchen Lymphknotens, in Verbindung mit einem Markstrang. a. Kapsel. b. Bindegewebssepta, c. quer durchschnittener Markstrang. Der Raum zwischen dem Follikel, respective Markstrahl und den Bindegewebesepten zeigt das zellige Reticulum mit einzelnen Lymphzellen in dessen Maschenräumen. (Hartnack, Syst. VIII. Ocul. 3).

innerhalb der verschieden gestalteten Räume, welche das bindegewebige Gerüste formt, ohne jedoch sich an dasselbe unmittelbar anzulegen und die vorhandenen Räumlichkeiten vollständig auszufüllen. In den am meisten peripher gelegenen Theilen der Lymphknoten begegnet man ganz ausschliesslich kugelähnlichen Formationen des adenoiden Gewebes, welche unter dem Namen *Rindenfollikel*, *Alveolen* (*Frey*), bekannt sind und der äusseren Oberfläche des Lymphknotens mitunter ein mehr minder ausgesprochenes, feinhöckeriges Aussehen verleihen. Ihr Bereich wird gewöhnlich

als die *Rindensubstanz* der Lymphknoten bezeichnet. Als Regel darf angesehen werden, dass nur eine fortlaufende Reihe von Follikeln die Rindensubstanz formt, nicht selten aber findet man auch in den tieferen Parthien der Drüsen einzelne oder mehrere Follikel. Sie zeigen sich entweder gegen einander vollständig abgeschlossen und in einer bestimmten Entfernung von einander gelagert, oder aber es fliessen zwei und mehrere, neben einander gelegene Follikel mit einem grösseren oder kleineren Theile ihrer seitlichen Flächen zusammen (Fig. 49 A), ja sie können auf kürzere oder längere Strecken hin eine ganz diffuse Masse herstellen. An ihrer, gegen das Innere der Drüse gewendeten Oberfläche sind die Rindenfollikel nicht in sich abgeschlossen, sondern es setzt sich die Substanz eines jeden derselben in ein oder auch mehrere, strangförmige Gebilde fort, welche sich vielfach verästigen, mit ihren Ausläufern wieder zusammenfliessen, und so ein Netzwerk von adenoider Substanz herstellen, welches die central gelegenen Parthien des Lymphknotens durchzieht. Man bezeichnet diese adenoiden Stränge als *Markstränge* (*Markschläuche*), ihr Bereich in den Lymphknoten als die *Marksubstanz* der letzteren.

Rindenknoten und Markstränge bilden also eine in sich zusammenhängende Formation eines und desselben Gewebes, im Gegensatze zu dem bindegewebigen, ebenfalls in sich zusammenhängenden Trabekelsystem. Beide sind so durcheinander geschoben, dass die grösseren, peripheren Lücken des Trabekelsystems von den Follikeln, die kleineren, centralen von den Markströngen eingenommen werden. Indem aber beiderlei Formationen sich im Allgemeinen nicht berühren, erhält sich zwischen ihnen ein ganz unregelmässiges Lückensystem, in welchem wir nichts anderes als die Bahn zu erblicken haben, in welcher die Lymphe die Lymphknoten durchsetzt.

Wenn sich so der Lymphstrom allenthalben entlang der Oberfläche der adenoiden Formationen und zwischen dem bindegewebigen Trabekelsystem hin ausbreiten kann, so muss die Gestalt der Lymphbahn in den verschiedenen Theilen des Knotens eine äusserst wechselvolle sein. Die Weite der Lymphbahnen im Allgemeinen und insbesondere gegenüber den Massenverhältnissen der adenoiden Formationen wechselt je nach verschiedenen Zuständen der Lymphknoten und auch nach den verschiedenen Thierarten sehr erheblich. Auch die Präparationsmethode hat dabei ihren berücksichtigenswerthen Einfluss. Ihre unmittelbare Begrenzung findet die Lymphbahn in einem continuirlichen,

endothelialen Ueberzug, von welchem die freien Oberflächen der Rindenfollikel und Markstränge, ebenso wie die des bindegewebigen Gerüstes, allenthalben überkleidet sind. Derselbe lässt sich durch Injection von Silberlösungen, wenigstens streckenweise, nicht schwer darstellen.

Eine besondere Eigenthümlichkeit erlangen die Lymphräume innerhalb der Lymphknoten dadurch, dass sie in allen ihren Theilen von einem zelligen Reticulum durchzogen werden (Fig. 49 B), welches zwischen den adenoiden und den bindegewebigen Formationen ausgespannt ist. Die Elemente dieses Reticulums erreichen eine besondere Stärke in den peripheren Theilen der Lymphknoten, wo sie von der Bindegewebskapsel und den von ihr abzweigenden gröberen Trabekeln zu der Oberfläche der Rindenfollikel hinziehen. Feiner und engmaschiger ist das Reticulum in dem Bereiche der Marksubstanz. Es scheint keinem Zweifel zu unterliegen, dass die Zellen, welche das Reticulum der Lymphbahn formen, zum Theile mit den gleichwerthigen Zellen des Parenchymes im Zusammenhange stehen. Viel schwieriger aber, und bis jetzt nicht völlig gelungen ist es, die Beziehungen der Endothelzellen dieser Lymphräume zu den Zellen ihres Reticulums zu erforschen. Für die starken Zellenausläufer, wie sie sich in den Lymphbahnen der Rindensubstanz finden, ist zuerst durch *Recklinghausen* festgestellt worden, dass der Endothelbelag sich auf sie hin fortsetzt. Für die feineren Zellenausläufer ist dies weder direct erwiesen, noch auch theoretisch wahrscheinlich; es scheint, dass sie ganz nackt in der Lymphbahn schweben und an den Wandungen derselben wenigstens zum Theil mit den Endothelzellen verschmelzen. In den Maschenräumen dieses Reticulums findet man stets eine grössere Anzahl von Lymphzellen eingelagert, welche ihm entweder anhaften, oder in der geronnenen Lymphflüssigkeit aufgeschwemmt sind.

So weit wir bis jetzt die Structurverhältnisse der Lymphknoten besprochen haben, lassen sie sich nicht schwer an Durchschnitten gehärteter (Alkohol) Objekte erforschen, welche vor der Untersuchung durch Schütteln in einer Eprouvette von einem Theile der eingelagerten lymphoiden Zellen befreit worden sind. Da die letzteren im Bereiche der Lymphbahnen nur ganz lose eingelagert sind, ihre Anzahl überdies eine viel geringere ist, als in dem Parenchym, so erscheinen die Lymphbahnen an solchen Präparaten als auffallend hellere und durchsichtigere Stellen, in welchen theilweise das Reticulum ganz gut sichtbar ist. Hat man aber sehr feine Schnitte

angefertigt und dieselben längere Zeit geschüttelt, so kommt es vor, dass auch aus dem Parenchym selbst die lymphoiden Zellen ausgefallen sind, und in diesen Fällen ist es dann nicht mehr möglich, die Lymphbahnen abzugrenzen; man hat nichts anderes vor sich, als ein, auf grosse Strecken hin zusammenhängendes Reticulum, welches nur stellenweise von den Durchschnitten der Bindegewebssepten unterbrochen ist.

Handelt es sich aber darum, den Zusammenhang der Lymphbahnen innerhalb der Lymphknoten zu untersuchen, so ist es ganz unerlässlich, vor der Härtung dieselben mit farbigen Massen zu injiciren. Will man sich dabei vor Täuschungen sicherstellen, so ist es geboten, die Injection von den zuführenden Lymphgefässen aus vorzunehmen und dabei nur einen möglichst schwachen Druck zu verwenden. Als Injectionsmasse ist am meisten wässriges Berlinerblau zu empfehlen*). Injectionen durch directen Einstich in die Lymphknoten sind wenig vertrauenswerth.

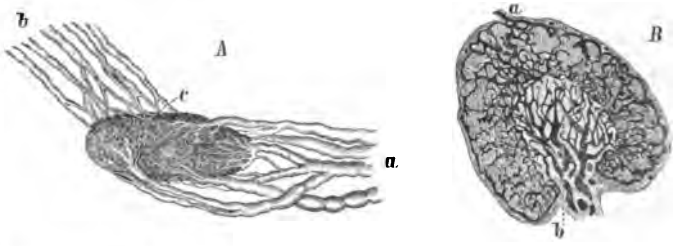
Ich werde der nachfolgenden Beschreibung der Lymphbahnen zunächst die Verhältnisse zu Grunde legen, wie wir sie an den grössten und mittelgrossen Lymphknoten des Menschen finden. Die zuführenden Lymphgefässstämme, 2—4 und mehr an Zahl, treten ganz constant an den einen Pol des länglich eiförmig gestalteten Lymphknotens heran (Fig. 50 A a). Ein jeder derselben zerfällt nun rasch in mehrere stark von einander divergirende Zweige, welche in die Substanz der Bindegewebskapsel sich einsenken und unter nochmaliger Theilung diese in schiefer Richtung durchbrechen. Während dessen verdünnt sich die eigene Wandung der Lymphgefässe derart, dass nur mehr die Endothelhaut übrig bleibt, welche sich continuirlich in die inneren Lymphbahnen des Knotens fortsetzt. Die Lymphe ergiesst sich nun frei in jene Räume, welche von der Kapsel und den von ihr abzweigenden Bindegewebssepten einerseits, und von den Rindenfollikeln andererseits begrenzt werden. Hat die Lymphe die Region der Rindenfollikel in centripetaler Richtung durchsetzt, so gelangt sie in das Lückensystem der Mark-

*) Ich habe vor mehreren Jahren eine Methode der Injection angegeben, welche stets sehr verlässliche Resultate ergibt, aber leider nur für einzelne Bezirke, insbesondere für die Lymphknoten des Ligamentum hepatoduodenale verwendbar ist. Diese Methode besteht in dem Einspritzen grösserer Quantitäten von fein vertheiltem Anilinblau in das Venensystem lebender Thiere.

substanz, hier allseitig die adenoiden Markstränge umspülend und im Allgemeinen gegen das Hilusstroma hin sich bewegend. In dem letzteren ist der Anfang der ausführenden Lymphgefässe zu suchen.

Bezüglich des Ueberganges der lymphatischen Räume der Lymphknoten in die Vasa efferentia ist folgendes zu bemerken. Das Netz der Markstränge ist gegen das Hilusstroma scharf abgegrenzt und von dem letzteren durch Lymphräume ebenso geschieden, wie etwa die Rindenfollikel von der äusseren Kapsel. Diese letzteren Lymphräume, welche ich mit dem Namen der *Terminalsinus* bezeichnen will, hängen allseitig unter einander und mit den Lymphräumen der Marksubstanz zusammen, und sind nur von den blatt- oder strangförmigen Bindegewebstrabekeln durchzogen, welche aus dem

Fig. 50.



A. Lymphknoten aus der Gruppe der glandulae lymphat. hypogastricae des Menschen mit den injicirten zuführenden (a) und ausführenden (b) Lymphgefässen. Bei c ist eine directe Anastomose zwischen den ersteren und letzteren. (Natürliche Grösse.)
B. Querschnitt durch einen hypogastrischen Lymphknoten des Menschen nach Injection der Lymphbahnen mit Berlinerblau und Erhärtung in Alkohol. A. Zuführendes Lymphgefäss, b. Hilusstroma mit den sich sammelnden, ausführenden Lymphgefässen. (Dreimalige Vergrösserung).

Inneren der Knoten an das Hilusstroma herantreten. Gegen das letztere hin ist die bindegewebige Wandung der Terminalsinus von zahlreichen, kleinen Lücken durchbrochen, welche direct in die Wurzeln der ableitenden Gefässe führen. Diese sammeln sich somit als äusserst dünnwandige Kanälchen aus dem ganzen Bereiche der terminalen Sinus und fliessen noch innerhalb des Hilusstroma zu stärkeren Stämmchen zusammen, aus deren Vereinigung dann. entweder noch innerhalb des Hilusstroma, oder kurz nach ihrem Austritt aus der Drüse 2—6 ausführende Lymphgefässstämme hervorgehen. Entgegen der herrschenden Ansicht muss ich betonen, dass die Zahl der ausführenden Lymphgefässe durchaus nicht constant kleiner ist, als die der zuführenden; es kann dies

vorkommen, aber ebenso oft findet man entweder so viele ausführende, als zuführende Gefässe, oder auch mehr. Erst nachdem die ausführenden Gefässe eine Strecke weit verlaufen sind, vermindert sich gewöhnlich ihre Zahl, indem zwei oder mehrere von ihnen ineinanderfliessen.

Schliesslich erwähne ich noch, dass nicht selten directe Anastomosen zwischen den zu- und abführenden Lymphgefässen ausserhalb der Lymphknoten vorkommen, wie dies auch bei dem Objecte der Fall war, welches zur Zeichnung der Fig. 50 A vorgelegen war.

An kleineren Lymphknoten, insbesondere an solchen, denen ein deutlich ausgebildetes Hilusstroma fehlt, oder dort, wo mehrere kleine Lymphknoten zu einem grösseren Convolut verschmelzen, zeigen sich kleine Abweichungen bezüglich des Verhaltens der ausführenden Lymphgefässe. Im ersten Falle sammeln sie sich an der Oberfläche der Drüse, an einer Stelle, wo die Rindensubstanz vollkommen mangelt; im letzteren Falle fliessen die, aus den einzelnen Theildrüsen abführenden Lymphgefässe noch innerhalb des ganzen Convolutes zu gemeinschaftlichen Stämmen zusammen.

Die Blutgefässe der Lymphknoten. Das arterielle Blut beziehen die Lymphknoten zum Theile durch mehrfache, feine, von verschiedenen Stellen der Oberfläche herantretenden Gefässchen, zum Theil durch ein stärkeres in der Gegend des Hilusstroma in sie eindringendes Stämmchen. Die ersteren Gefässchen verzweigen sich in der Kapsel und schicken ihre Ausläufer in das bindegewebige Trabekelsystem hinein. Die Arterie, welche in das Hilusstroma eintritt, zerfällt in demselben durch mehrfache, gabelige Theilungen in eine Anzahl von feinen Zweigchen, deren einige ebenfalls in das bindegewebige Trabekelsystem und in die Kapsel gelangen, um in ihrer Endausbreitung mit den erst genannten Gefässchen zusammenzufliessen. Andere, und zwar die grössere Zahl der Zweige der Hilusarterie durchsetzen frei (wahrscheinlich mit einer äusseren Endothelbekleidung versehen) die Terminalsinus der Lymphknoten und treten direct in die Markstränge ein, um sich in und mit diesen zu verzweigen. Man trifft in den Marksträngen entweder ein einfaches, grösseres, axial gelegenes Gefässchen, oder aber nebst diesem ein mehr oder weniger entwickeltes Capillargefässsystem. Den Marksträngen folgend, gelangen endlich die Arterien mit ihrer Endverzweigung in die Substanz der

Follikel, innerhalb welcher sie ein weitmaschiges Capillarsystem darstellen, aus welchem die Anfänge der Venen hervorgehen. Diese verlaufen in ähnlicher Anordnung wie die Arterien durch die Marksubstanz gegen den Hilus hin. Man sieht sohin, dass das Gefässsystem des Parenchyms bis zu einem gewissen Grade von dem des Bindegewebsgerüstes getrennt ist, indem in beiden eine selbständige Astfolge der Blutgefässe und namentlich ein selbständiges Capillarsystem besteht. Es kommen jedoch an mehreren Stellen der Lymphknoten Anastomosen zwischen beiden dadurch zu Stande, dass kleine, arterielle oder venöse Zweigchen aus dem Trabekelsystem in die Markstränge übertreten, indem sie frei den zwischengelegenen Lymphraum durchsetzen.

Die **Nerven** der Lymphknoten beschränken sich auf einzelne kleine, theils marklose, theils markhaltige Faserbündel, über deren schliessliches Verhalten noch nichts Sicheres ermittelt worden ist. Man glaubt sie als Gefässnerven betrachten zu dürfen.

6) Die Thymus (Thymusdrüse).

Als eines Organes, welches im Wesentlichen aus adenoidem Gewebe aufgebaut ist, muss hier noch der Thymus gedacht werden, wenn gleich ihre Beziehungen zum Lymphgefässsystem zur Zeit noch nicht zur Genüge bekannt sind.

Die Thymus kommt bekanntlich in Gestalt eines parenchymatösen Organes nur einem gewissen Lebensabschnitte zu. Schon im zweiten Embryonalmonat als selbständiger Körpertheil angelegt, zeigt sie sehr bald ihre typische Ausbildung und erreicht durch fortgesetztes Wachsthum bis zum Ende der Fötalperiode eine verhältnissmässig bedeutende Grösse. In den zwei ersten Kindesjahren nimmt sie noch immer an Volumen zu, bleibt aber von da an ziemlich stationär, um vom 8.—10. Lebensjahre ab einen eigenthümlichen Involutionsprocess einzugehen, in Folge dessen sie gewöhnlich zur Zeit der Pubertät ihre parenchymatöse Beschaffenheit fast vollständig verloren hat. Im reifen Mannesalter findet man an ihrer Stelle in der Regel eine Anhäufung von fibrillärem Bindegewebe mit reichlicher Einlagerung von Fettzellen. Es ist im höchsten Grade wahrscheinlich, dass der Thymus beim Embryo und in der ersten Zeit nach

der Geburt in functioneller Beziehung die Rolle eines grossen Lymphknotens zukommt, und dass sie ihre Aufgabe vollendet hat, wenn die im Körper zerstreuten, bleibenden Lymphknoten einen gewissen Grad der Ausbildung erreicht haben. Diese Annahme findet eine beachtenswerthe Stütze in dem vergleichend anatomischen Factum, dass bei Amphibien und Reptilien, welche Lymphknoten nach Art der Säugethiere überhaupt nicht besitzen, die Thymus während des ganzen Lebens persistirt und mit dem Wachsthum der Thiere stets gleichmässig an Grösse zunimmt.

Die nachstehende Beschreibung bezieht sich auf die Verhältnisse, wie sie beim Menschen in der zweiten Hälfte der Fötalperiode und kurze Zeit nach der Geburt vorliegen.

Die äussere Umhüllung der Thymus wird aus feinfaserigem, fibrillärem Bindegewebe hergestellt, welches mit dünnen, verhältnissmässig reichlichen, elastischen Fasern durchsetzt ist, und welches in Form einer zarten Membran sowohl die äussere Oberfläche, als auch die einander zugewendeten Flächen der einzelnen Lappen des Organes überzieht. Seine Faserbündel stehen mit dem umliegenden Bindegewebe des Mediastinalraumes allenthalben in continuirlichem Zusammenhang. Nach dem Inneren des Organes ziehen von dieser äusseren Umhüllung zahlreiche, bindegewebige Dissepimente, welche das Parenchym in secundäre und tertiäre Läppchen abtheilen. Da die letzteren durch lockeres Bindegewebe nur lose an einander geheftet sind, so gewinnt die Thymus für das freie Auge ein ähnliches Aussehen wie die Speicheldrüsen, und aus diesem Grunde wurde sie auch von den älteren Anatomen als eine Drüse angesehen.

Die kleinsten Läppchen der Thymus zeigen eine, im Allgemeinen kugelähnliche oder ellipsoide Form, können aber auch von einer oder der anderen Seite her mehr weniger abgeplattet erscheinen. Ihre Durchmesser schwanken zwischen 0·5—1·5 Mm. Die Substanz dieser Läppchen wird durch adenoides Gewebe gebildet, welches hier im Allgemeinen eine völlig diffuse Masse formt. An feinen Durchschnitten des gehärteten Objektes sieht man allerdings gegen die Peripherie der Läppchen zu häufig eine Andeutung follikulärer Bildungen, welche dadurch hervorgebracht ist, dass feine Bindegewebszüge von der äusseren Umhüllung her in das Innere der Läppchen eindringen; zu einer durchgreifenden Differenzirung von lymphatischen Follikeln kommt es aber verhältnissmässig nur sehr selten. Die Beschaffenheit des adenoiden Gewebes ist nicht

in dem ganzen Bereich der Thymusläppchen dieselbe, insoferne, als in den peripheren Theilen das Zellennetz viel dichter, die Zahl der eingelagerten Lymphzellen viel grösser ist, als in der Mitte des Läppchens. Aus diesem Grunde erscheint auf Durchschnitten eine mehr weniger breite und ziemlich scharf begrenzte, periphere Zone der Läppchen auffallend undurchsichtiger, als die centralen Parthien. Man kann nach Analogie mit anderen Organen ganz wohl die erstere als *Rindenzone*, die letzteren als *Markantheil* der Läppchen bezeichnen. An vielen Läppchen sieht man nun den Markantheil vollständig von der Rindenzone umgriffen, an anderen aber drängt sich der erstere an einer beschränkten Stelle bis an die Oberfläche des Läppchens heran und geht unmerklich in das interstitielle Bindegewebe über. Hier sieht man auch ganz constant Blutgefässe aus- und eintreten. Das ganze Bild erinnert einigermassen an Querschnitte von Lymphknoten (etwa wie in Fig. 50 B), wobei im kleinen die Rindensubstanz der Thymusläppchen dem parenchymatösen Theil des Lymphknotens, die Marksubstanz aber dem Hilusstroma des letzteren entsprechen würde. (Auch bei den Lymphknoten zeigt sich an Querschnitten aus der Nähe der Pole das Hilusstroma vollständig von einer Zone von Parenchym umgeben.)

Die Beziehungen des adenoiden Gewebes der Thymusläppchen zu den Lymphgefässen sind, wie schon erwähnt, noch nicht durch directe Beobachtungen klargestellt worden. Sicher ist nur so viel, dass eine grössere Anzahl von kleinen Lymphgefässen sowohl an der Oberfläche des Organes sich ausbreitet, als auch im Inneren desselben die bindegewebigen Interstitien durchzieht. Stärkere Lymphgefässe findet man längs den arteriellen Gefässen im Inneren des Organes verlaufen und besonders an der hinteren Oberfläche desselben austreten. Die letzteren ziehen zu den vorderen Lymphknoten des Mediastinalraumes hin.

Nicht unwahrscheinlich ist es, dass der Markantheil der kleinsten Thymusläppchen nichts anderes, als einen Lymphraum darstellt (etwa analog den Lymphräumen der Lymphknoten), und dass dieser in irgend welcher Weise mit den Lymphgefässen in Zusammenhang steht.

Von manchen Autoren (*His*) wird unter dem Namen des *Centralkanales* ein, im Inneren der Thymus gelegener, etwa 1—1½ Mm. weiter, vielfach gewundener Gang beschrieben, welcher sich durch

Auseinanderlegen der Läppchen bis zu einer bedeutenden Länge ausstrecken lässt; die letzteren haften der Aussenfläche seiner Wandungen an. Es wurde einerseits die Vermuthung ausgesprochen, dass dieser Kanal als Lymphgefäss anzusprechen sei; anderseits aber ist er als Kunstprodukt betrachtet worden.

Die Thymus ist ziemlich reich an *Blutgefässen*. Kleinere derselben treten von allen Seiten her, einzelne grössere an ihrer hinteren Oberfläche an sie heran; die letzteren verbreiten und verästigen sich im Inneren des Organes und dringen dort, wo der Markantheil der Läppchen an die Oberfläche heranreicht, in dieselben hinein, um sich mit ziemlich reichlichen, aber engen Capillaren über die Rindenzone auszubreiten. Die kleineren, an der Oberfläche des Organes sich verästigenden Gefässe durchziehen zunächst die bindegewebige Hülle und die Dissepimente der Läppchen und gelangen im weiteren Verlaufe auch in das Innere derselben, um sich in das vorerwähnte Capillarsystem zu ergiessen.

Bezüglich der *Nerven* gilt Aehnliches, wie für die Lymphknoten.

Ueber die feineren histologischen Vorgänge, welche die *Involution* der Thymus einleiten und begleiten ist noch nichts sicheres bekannt.

Unter der Bezeichnung der *Hassal'schen Körperchen* oder der *concentrischen Körper* der Thymus (*C. Ecker*) versteht man eigenthümliche, kugelige Gebilde von 20—100 μ Durchmesser, welche sich besonders während der Involution der Thymus in sehr wechselnder Zahl in dem Parenchym zerstreut vorfinden. Sie lassen in ihren peripheren Parthien eine deutliche, concentrische Streifung erkennen, während die Mitte mehr homogen erscheint. Die grösseren dieser, ihrer Herkunft und Bedeutung nach ganz räthselhaften Gebilde erscheinen öfters wie aus mehreren, einfachen Körpern zusammengesetzt und von einer gemeinschaftlichen, gestreiften Hülle umgeben.

Die Milz.

Im Anschluss an die, dem Lymphgefässsystem zugehörigen, parenchymatösen Organe wollen wir die Beschreibung der Milz folgen lassen, nicht als ob eigenthümliche, anatomische oder physio-

logische Beziehungen derselben zu dem ersteren bekannt oder auch nur angenommen wären, sondern zunächst nur mit Rücksicht auf mannigfache Analogien in ihrem feineren Bau, in Folge deren sie unter allen anderen Organen des Körpers den Lymphknoten histologisch am nächsten steht. Die Erforschung des feineren Baues der Milz unterliegt grossen Schwierigkeiten und ist dem Anfänger zu rathen, dass er sich zunächst mit der Untersuchung des frischen Organes an Zupfpräparaten befasse, damit er die Elementartheile derselben genau kennen lerne. Der Aufbau lässt sich am besten an der Milz kleiner Säugethiere, Ratten, Kaninchen und insbesondere Meerschweinchen studiren, an denen man abwechselnd die arteriellen Gefässe von der absteigenden Aorta, und die venösen von der Pfortader her, nach vorausgegangener völliger Entblutung und unter möglichst geringem Drucke injicirt hat. Die Schnittführung an dem in Alkohol oder Chromsäure erhärteten Organ geschieht mit Vortheil senkrecht zur Längenaxe desselben. —

Wir unterscheiden als Bestandtheile der Milz die *äussere Kapsel* und das mit ihr in Zusammenhang stehende innere bindegewebige *Septensystem*, ferner die adenoiden Gewebsformationen in Gestalt der sogen. *Pulpastränge* und der *Malpighi'schen Körperchen*, endlich *Blutgefässe, Lymphgefässe* und *Nerven*.

Die äussere Kapsel der Milz — *tunica fibrosa* — ist bei den meisten Säugethieren untrennbar mit dem Peritonealüberzug verschmolzen und besteht aus einem derb gewebten, fibrillären Bindegewebe mit zahlreichen, feinen, elastischen Fasern. Die freie Oberfläche derselben ist selbstverständlich mit dem Endothel des Bauchfelles überkleidet. Zwischen den bindegewebigen Elementen sind bei vielen Thieren — besonders Hund, Schwein, Schaf, Igel — alternirende Züge von glatten Muskelfasern eingebettet; ja dieselben können sogar in den tieferen Schichten der Kapsel so reichlich auftreten, dass sie das Bindegewebe nahezu verdrängen. Beim Menschen ist das Vorkommen derselben sehr beschränkt, ja es wird von manchen Autoren (*Gerlach, Gray, Kölliker*) völlig in Abrede gestellt. Der Nachweis der muskulösen Elemente geschieht durch die bekannten Isolirungsmethoden und bei Schnittpräparaten durch Doppelfärbung mit Carmin und Pikrinsäure.

Von der Innenfläche der fibrösen Hüllmembran zweigt sich das *Septensystem* ab, welches in bald reichlicher, bald spärlicher Entwicklung das ganze Gewebe der Milz durchzieht. Es besteht in vielen Fällen

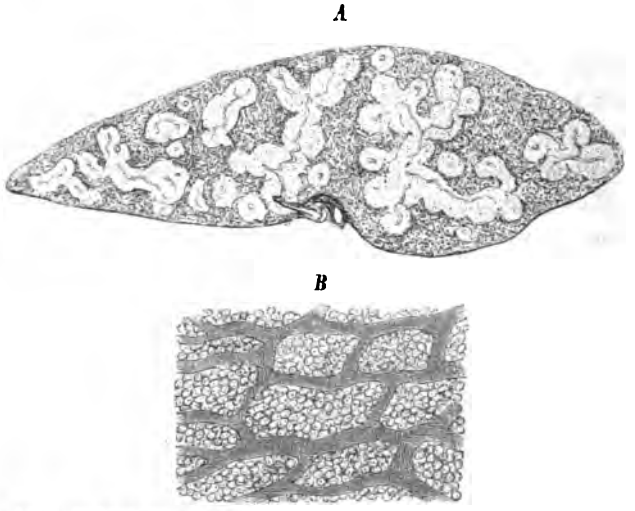
aus rundlichen, vielfach verzweigten und untereinander zusammenhängenden Bindegewebssträngen (*Trabekeln, Milzbalken*), häufig aber, und dies gilt nach meinen Erfahrungen insbesondere auch von der menschlichen Milz, ist das Septensystem aus zahlreichen, in verschiedenen Richtungen aneinanderstossenden, häutchenartigen, oft von Lücken durchbrochenen Formationen zusammengesetzt, so dass ein badeschwammähnliches Gefüge entsteht. Man kann sich davon viel besser, als an Schnittpräparaten, in folgender Weise überzeugen. Eine schlaffe, blutarme Milz, wie sie sich nicht selten beim Menschen findet, wird durch einen, entlang dem Hilus geführten, nicht zu tiefen Einschnitt geöffnet und durch mehrere Tage fortwährend einem dünnen Wasserstrahl ausgesetzt, so lange, bis sie völlig entfärbt und zusammengefallen ist. Durch dieses Verfahren, welches durch vorsichtiges Kneten unterstützt werden kann, lässt sich die Pulpa völlig entfernen, und es bleibt das Septensystem sammt der Ausbreitung der Blutgefässe allein zurück. Man kann nun sofort die mikroskopische Untersuchung vornehmen, einen Theil des Objectes aber, welcher sich dazu eignet (am besten das obere und untere Ende), durch Aufblasen auf das annähernd ursprüngliche Volumen entfalten und langsam an der Luft trocknen. Namentlich durch die letztere Procedur erhält man eine übersichtliche Anschauung der Anordnung des bindegewebigen Milzgerüstes. Ebenso wie die Kapsel der Milz enthält auch das Septensystem muskulöse Elemente und zwar wieder bei verschiedenen Thieren in sehr verschiedener Zahl; beim Menschen scheinen sie gänzlich zu fehlen.

Eine besondere Wichtigkeit für das Verständniss des Baues unseres Organes erlangen die Fortsetzungen der Milzkapsel, welche sich am Hilus den eintretenden Blutgefässen anschliessen und eine Art von *Gefässscheide* herstellen. Bekanntlich zerfällt die Arteria, sowie die Vena lienalis, beim Menschen und bei den meisten Thieren, bevor sie noch das Organ erreicht hat, in mehrere, stark divergirende Aeste, welche in beträchtlichem Abstande von einander in dasselbe eintreten. Im Inneren der Milz erfolgen wiederholte dichotomische Theilungen der Gefässe, welche ausserdem mehrfache, kleinere Seitenzweige unter spitzen Winkeln entsenden. Anastomosen kommen weder bei den Arterien noch bei den Venen, soweit sie dem Laufe der ersteren folgen, vor.

Arterie und Vene erhalten, jede für sich, eine Gefässscheide. Die der Venen behält den fibrillären Bau bis zu den letzten Ver-

zweigungen derselben bei und setzt sich häufig mit den Formationen des Septensystems in Verbindung; ihre Mächtigkeit entspricht dem Caliber des Gefässes. — Ganz anders verhält sich die arterielle Gefässscheide. Zu ihrer Beschreibung wollen wir die Verhältnisse zum Ausgangspunkt nehmen, wie sie sich bei Meerschweinchen, Ratten u. dgl. finden (vergl. Fig. 51 A). Man sieht hier an Durchschnitten, welche an den Eintrittsstellen von Gefässästen, in querer Richtung durch das Organ geführt worden sind,

Fig. 51.



A. Querdurchschnitt durch die Milz eines ausgewachsenen Meerschweinchens. Das adenoide Gewebe der arteriellen Gefässscheide tritt in Gestalt von confluirenden Follikeln durch ihre blasse Farbe deutlich hervor. Stellenweise sind die arteriellen Zweige quer getroffen. Die Pulpastränge, von reichlichem Pigment durchsetzt, erzeugen in den übrigen Theilen des Präparates eine netzartige Zeichnung. Vergrösserung 7. (Lupe).

B. Aus einem Durchschnitt der Milz der Ringelnatter. Das venöse Netz, mit Leimmasse injicirt, umschliesst die Pulpastränge. (Hartnack, Syst. VIII. Ocul. 2.).

schon mit freiem Auge weisse, rundliche, scharf begrenzte Flecke, welche theils discret liegen, theils aber zu einfachen oder verästigten Reihen aneinander treten und unter einander verschmolzen sind. Bei der Untersuchung mit schwächeren Vergrösserungen zeigt es sich, dass in der Axe dieser Formationen stets ein arterielles Gefäss verläuft, und dass die Verästigung derselben mit der Ramification des letzteren zusammenfällt. In der Mitte der discreten rundlichen Flecke erkennt man leicht den Querschnitt eines Arterienzweiges. Bei weiterer Untersuchung mit stärkeren Vergrösserungen

ergibt sich, dass die fraglichen Stellen des Milzgewebes aus *adenoidem Gewebe* bestehen, welches in seiner Zusammensetzung vollständig dem der Lymphknoten und der Thymus gleicht. In der Nähe des Hilus, also beim Eintritt der grössten Gefässstämme, lässt sich auf das bestimmteste nachweisen, dass es die aus der Milzkapsel hervorgegangene Gefässscheide ist, zwischen deren Elementen sich Anfangs spärliche, bald aber reichliche, lymphoide Zellen einlagern, und dass die ganze beschriebene adenoide Formation als eine *modificirte Gefässscheide der Arterie* aufgefasst werden muss. Während nun beim Meerschweinchen die adenoide Umwandlung der Gefässscheide sich continuirlich bis auf die feineren Arterienzweige forterstreckt und an den letzteren auch auf das adventitielle Bindegewebe übergreift, beschränkt sie sich bei anderen Thieren, und namentlich auch beim Menschen, auf einzelne, mehr umschriebene Stellen der Gefässscheide, so dass grössere oder kleinere, follikelartige adenoide Bildungen entstehen, welche absatzweise an dem Verlauf der Arterien hervortreten. Es sind dies die *Malpighi'schen Körperchen* (*Milzkörperchen*). Ihr Verhältniss zu den arteriellen Aestchen kann insoferne verschieden sein, als die lymphoide Infiltration sich einmal ringsum auf die ganze Gefässscheide erstreckt, das Körperchen also von der Arterie durchbohrt erscheint, ein anderesmal aber sich auf eine Seite der Arterie beschränkt und so das Körperchen seitlich derselben aufsitzt. Besonders häufig trifft man sie an den Astwinkeln der kleineren Zweigchen. Die Abgrenzung dieser adenoiden Formationen von den umgebenden Geweben ist manchmal eine sehr scharfe, wenngleich man keine besondere umhüllende Schichte derselben wahrnehmen kann. In anderen Fällen aber lässt sich deutlich ihr continuirlicher Zusammenhang mit den sogleich zu beschreibenden Pulpasträngen erkennen. In den übrigen Abschnitten zeigt die arterielle Gefässscheide noch einen deutlich fibrillären Bau, wenngleich sich immerhin ein auffallend grosser Gehalt an kugeligen Zellen zwischen den leimgebenden Fibrillenbündeln nachweisen lässt.

Als *Pulpa* der Milz bezeichnet man bekanntlich jene roth gefärbte, weiche, fast zerfliessliche Masse, welche man mit dem Messer von der Schnittfläche des Organes abstreifen oder durch Druck von aussen an einer eingeschnittenen Stelle hervorquellen machen kann. Diese Masse besteht aus den Trümmern eines der Milz eigenthümlichen Gewebes — *Pulpagewebe* — welche mehr oder

weniger mit Blut vermengt sind. Daher die verschiedenen Nuancen ihrer Farbe. — Das Pulpagewebe zeigt eine nahe Verwandtschaft zu dem adenoiden Gewebe, insoferne, als es ebenfalls aus einem zelligen Reticulum und in dasselbe eingelagerten Formelementen zusammengesetzt ist. Das Reticulum (zuerst durch *Billroth* beschrieben) zeichnet sich durch besondere Feinheit der Zellenausläufer und durch kleine, stets rundliche Maschenräume aus, ohne dass der Wesenheit nach ein Unterschied von dem der Lymphknoten bemerkbar wäre. Die eingelagerten Formelemente sind nun aber verschiedener Art. Zum grössten Theil sind es gewöhnliche, lymphoide Zellen von 5·5—10 μ Durchmesser, zum Theil aber noch grössere farblose, mitunter mehrkernige Rundzellen, dann sogen. Körnchenzellen, Blutkörperchen führende Zellen, und endlich freie, farbige Blutzellen. Die letzteren erscheinen häufig in mehr weniger deformirtem Zustande. Nebstdem bildet einen regelmässigen Bestandtheil des Pulpagewebes ein eigenthümliches, hellgelbes oder rostbraunes Pigment, welches bald in Gestalt unregelmässiger Krümmelchen und Körnchen, bald aber in Form von kleinen, scharf umgrenzten Kügelchen vorkommt und entweder von den zelligen Elementen aufgenommen oder frei neben ihnen gelagert sein kann. Alle diese geformten Bestandtheile sind in wechselnden Mengenverhältnissen in den Maschen des Reticulum eingelagert. Wenngleich zumeist die lymphoiden Zellen in hervorragender Anzahl vorhanden sind, so begegnet man doch in manchen Stellen besonders reichlich den blutkörperführenden und mehrkernigen Zellformen; in manchen Milzen ist das Pigment in auffallender Menge vertreten.

Hat man einerseits das reichliche Vorkommen eines Farbstoffes, dessen Herkunft aus dem Hämoglobin keinem Zweifel unterworfen sein kann, durch eine in der Milz vor sich gehende Zerstörung farbiger Blutzellen zu erklären gesucht, so ist andererseits mehrfach die Vermuthung ausgesprochen worden, dass in dem Gewebe der Milzpulpa aus lymphoiden Zellen farbige Blutzellen entstehen. Wenn nun gegen die erstere Annahme sich kaum eine Einwendung erheben lässt, ist die zweite sicher nicht durch hinreichende Gründe gestützt. Man hat zwar aus den mannigfach gearteten Zellen der Milzpulpa eine Reihe von Formen herausgehoben, welche als Uebergangsstufen zwischen farblosen und farbigen Blutzellen gedeutet werden könnten; aber abgesehen davon, dass es durchaus nicht allen Forschern gelingen wollte, die-

selben zu sehen (zum mindesten nicht in postembryonalen Perioden), so ist die Deutung selbst, so lange sie nicht durch anderweitige, positive Daten gestützt werden kann, wohl nur eine ganz willkührliche.

Das Gewebe der Milzpulpa ist allerwärts zu kurzen, cylindrischen Strängen, den *Pulpasträngen* geformt, welche netzartig untereinander zusammenhängen und die Zwischenräume des Septensystemes nach allen Richtungen durchziehen. Ihre Anordnung kann völlig mit den Marksträngen in den Lymphknoten verglichen werden. So wie die letzteren mit den Rindenfollikeln in Continuität stehen, ebenso ist auch ein vielfacher Zusammenhang der Pulpastränge mit den *Malpighi'schen* Körperchen nachweisbar.

Die grösste Schwierigkeit bei der Untersuchung des Baues der Milz bereitet die Anordnung der *kleineren Blutgefässe* und ihr Verhältniss zu den Pulpasträngen. Man ist denn auch heute sehr verschiedener Anschauung über diesen Punkt.

Nach eigenen Erfahrungen muss ich hierüber folgendes aussagen. Die Aeste der Milzarterie geben während jener Strecke ihres Verlaufes, in welcher sie mit den entsprechenden Venen beisammenliegen, zahlreiche kleinste Zweigchen an die Gefässscheide, respective an die *Malpighi'schen* Körperchen ab, welche rasch in enge Capillaren zerfallen, deren Maschenanordnung eine ziemlich unregelmässige ist. Es scheint, dass innerhalb der *Malpighi'schen* Körperchen kein Uebergang der Capillaren in Venen erfolgt, sondern dass die ersteren zum Theil in die Pulpastränge übertreten, zum Theil aber in das, die *Malpighi'schen* Körperchen umgebende Venennetz einmünden. Dasselbe gilt überhaupt für die Gefässscheide, soweit sie den adenoiden Gewebscharakter trägt. *Die Endzweigchen der Arterien* zerfallen, ohne unter einander zu anastomosiren, in feine, langgestreckte Capillaren, welche sich sowohl in den bindegewebigen Dissepimenten, als auch häufig eine Strecke weit innerhalb der Pulpastränge verfolgen lassen.

Die *Venen* wurzeln in einem reich entwickelten Netzwerk dünnwandiger, stark ausdehnbarer Gefässchen, welche von *Billroth* zuerst dargestellt und als *capillare Venen* der Milz bezeichnet worden sind. Dieses Gefässnetz erstreckt sich allerwärts durch die Räume, welche zwischen den Pulpasträngen und den Bindegewebssepten übrig bleiben, und kann bei Meerschweinchen und bei der Ringelnatter durch vorsichtige Injection mit Leimmassen sehr gut zur Ansicht gebracht werden (Fig. 51 B.). Es zeigen sich dabei die capillaren

Venen allerseits durch eine endotheliale Wandung begrenzt und als völlig geschlossene Röhrchen. Sehr leicht kann man sehen, wie sich aus den letzteren baumartig kleine Venenstämmchen sammeln, welche ohne gegenseitige Anastomosen zu grösseren Venen zusammenfliessen. An Zupfpräparaten begegnet man häufig blassen, spindelförmigen Zellen — früher *Milzfasern* genannt — welche nichts anderes sind, als die isolirten Endothelzellen der capillaren Venen.

In Betreff des Zusammenhanges der arteriellen Capillaren mit den capillaren Venen muss ich mich an *Billroth, Gray, Kölliker, Wedl* u. A. anschliessen, welche die directe Einmündung der ersteren in die letzteren beschrieben haben. Allerdings muss eingestanden werden, dass der thatsächliche Nachweis einer solchen nur in einzelnen Fällen gelingt, aber nichtsdestoweniger haben derartige, wenn auch seltener aufstossende, positive Beobachtungen vollen Anspruch auf unsere Berücksichtigung. Im Gegensatz zu der Annahme eines allseits geschlossenen Gefässsystemes wird von vielen neueren Autoren (*W. Müller, Frey, Krause*) die Existenz eines wandungslosen — *lakunären* — Blutstromes behauptet, welcher im Bereiche der Pulpastränge zwischen die arteriellen Capillaren und das Venennetz eingeschoben wäre. *W. Müller*, welcher zuerst diese Anschauung vertreten hat, sagt, dass die arteriellen Capillaren nach kürzerem oder längerem Verlauf ihre geschlossene Wandung derart verlieren, dass sie in mehrere faserähnliche Streifen zerfallen, welche mit dem reticulären Stützgewebe zusammenfliessen; das Blut ergiesse sich nun frei zwischen die Formelemente des Pulpagewebes. Der Rückfluss des Blutes in die capillaren Venen wäre dadurch ermöglicht, dass dieselben als feine Röhrchen mit siebförmig durchbrochenen Wandungen beginnen und erst allmälig eine vollständig abgeschlossene, endotheliale Wandung erhalten. Als Beweisführung für seine Darlegung führt *W. Müller* an, dass in dem Gewebe der Pulpa constant farbige Blutzellen gefunden werden, und dass sowohl gewöhnliche Injectionsmasse, als auch Lycopodiumsamen, durch die Blutgefässe eingespritzt, gewöhnlich zwischen den Formelementen des Pulpagewebes erscheint. Dass diese Thatsachen die *Müller'sche* Anschauung keinesfalls zwingend beweisen, ist leicht ersichtlich; denn die Ueberwanderung der farbigen Blutzellen durch geschlossene Gefässwände ist an vielen anderen Orten beobachtet worden. Was aber die Beurtheilung der Injectionsbefunde betrifft, kann auf Seite 287 und 292 verwiesen werden.

Es ist noch zu erwähnen, dass *Stieda*, welcher ebenfalls eine

intermediäre Blutbahn in der Milz beschrieben hat, dieselbe nicht in wandungslose Lakunen, sondern in ein besonderes, feines, die Pulpazellen umspinnendes Kanälchennetz verlegt. *Wedl* theilt neuerdings mit, dass häufig Zweigchen der Milzarterie, ohne vorerst in Capillaren überzugehen, sich in venöse Gefässe ergiessen.

Es stehen sich somit dermalen, minder wesentliche Differenzen abgerechnet, vier verschiedene Anschauungen über die Beschaffenheit des Blutstromes in der Milz gegenüber: geschlossenes Gefässsystem mit directem Uebergang der arteriellen Capillaren in das capillare Venennetz — geschlossenes Gefässsystem mit zwischen beiden eingeschaltetem, intermediärem Canalsystem — intermediäre wandungslose Blutbahn in den Pulpasträngen zwischen Capillaren und Venen — endlich noch theilweise directer Uebergang von Arterienzweigen in Venen.

Die *Lymphgefässe* der Milz werden gewöhnlich in oberflächliche und tiefe eingetheilt. Die ersteren gehören der Kapsel an und sind nach *Wedl* bei Pferd und Schaf zu zwei übereinander geschichteten Netzen geordnet: das oberflächlichere (eigentlich dem Bauchfell angehörige) besitzt engere Capillaren mit weiten Netzen, das tiefere ist durch weite, buchtige, reichlich unter einander anastomosirende Röhren ausgezeichnet. Von ihnen zweigen sich Ausläufer ab, welche in das bindegewebige Septensystem eintreten und in demselben sich weit in das Innere der Milz verfolgen lassen. Sie scheinen auch besondere, durch den Hilus der Milz ausführende Abzugswege zu besitzen. Das Verhältniss der Pulpastränge und der *Malpighi'schen* Körperchen, sowie der lymphatischen Gefässscheide zu dem Lymphgefässsystem bedarf erst einer weiteren Aufklärung. Die Mittheilungen der Autoren, welche sich mit diesem Gegenstand besonders beschäftigt haben — *Tomsa*, *Kyber*, *Wedl* — gehen sehr weit auseinander. Besonders zu bemerken ist, dass *Tomsa* dieselben Räume, welche *W. Müller* u. A. als lakunäre Blutbahnen bezeichnen, von den Lymphgefässen aus injiciren konnte und sie als die Wurzeln derselben ansieht. Es liegt darin der sprechendste Beweis, dass derartige Injectionsergebnisse stets nur mit der grössten Reserve zu beurtheilen sind. — Für die Milz des Menschen ist von den Lymphgefässen fast gar nichts bekannt. *Kyber* beschreibt solche in dem bindegewebigen Septensystem.

Die *Nerven* der Milz treten in beträchtlicher Zahl, als Bündel von zumeist marklosen Fasern durch den Hilus ein und verlaufen an der Seite der grossen Gefässe. Es ist wahrscheinlich, dass sie ausschliesslich zur Versorgung der Muskulatur der Blutgefässe bestimmt sind.

V. Kapitel.

Der Verdauungsapparat.

Einleitung.

Allgemeines über Schleimhäute und Drüsen.

Von den Schleimhäuten.

Der Verdauungskanal, nicht minder wie gewisse Abtheilungen des Respirations- und des Urogenital-Apparates, sowie auch einzelne Bestandtheile der Sinneswerkzeuge stellen verschieden geformte, meist röhrenartige Hohlräume dar, deren innere Auskleidung als *Schleimhaut* bezeichnet wird. Da alle diese Hohlräume entweder direct, oder nach vorgängiger Vereinigung einzelner derselben untereinander an der Körperoberfläche ausmünden, so stehen alle Schleimhäute mit der äusseren Bedeckung des Körpers in continuirlichem Zusammenhang. Die Entwicklungsgeschichte lehrt uns, dass gewisse Schleimhäute aus Einstülpungen der äusseren Haut hervorgegangen sind, und wir dürfen uns daher nicht wundern, eine gewisse Uebereinstimmung im Bau beiderlei Bildungen zu finden. Aber auch jene Schleimhäute, welche mit Zuhülfenahme des unteren Keimblattes (Entoderma) sich unabhängig von der äusseren Haut entwickelt haben, zeigen uns nach ihren histologischen Verhältnissen eine nicht zu verkennende Analogie mit der letzteren.

Wir unterscheiden zunächst an einer jeden Schleimhaut eine oberflächliche Schichte — das *Epithelium* — und eine tiefer gelegene — den *bindegewebigen Antheil* derselben.

1. **Der bindegewebige Antheil** der Schleimhaut bildet die eigentliche Grundlage, das mechanische Gerüste derselben; er ist der Träger ihrer Gefäss- und Nerven-Ausbreitungen und vermittelt ihren Zusammenhang mit den nachbarlichen Gebilden. Nach Lage

und Fügung zerfällt derselbe in zwei, wenn auch nicht stets scharf von einander abgegrenzte, so doch wohl charakterisirte Schichten, deren oberflächliche durch festere Verwebung der bindegewebigen Elemente zu einer mehr weniger selbständigen, isolirbaren Membran sich gestaltet. Man nennt sie die *eigentliche Schleimhaut*, *Schleimhaut im engeren Sinne*, *Tunica propria* (*Henle*). Von ihr unterscheidet sich die tiefer gelegene Schichte — die *Tunica submucosa*, das *submucöse Bindegewebe* — im Allgemeinen durch eine lockerere Fügung der Elementartheile, vermöge welcher sie nur selten als Ganzes für sich isolirbar ist, sondern gewissermassen als ein unselbständiges Bindeglied zwischen der Tunica propria und den unterliegenden Gebilden erscheint.

An der *Tunica propria*, deren histologische Elemente in den verschiedenen Schleimhäuten nach Beschaffenheit und Anordnung mancherlei Abweichungen zeigen, interessirt uns von allgemeinen Gesichtspunkten aus vorerst die Gestaltung ihrer, dem Epithel zugewendeten Oberfläche. Dieselbe ist in den seltensten Fällen völlig flach und eben, sondern gewöhnlich mit zahlreichen, kleineren oder grösseren Erhabenheiten versehen, welche bestimmten Abschnitten der Schleimhäute ein ganz besonderes Gepräge verleihen. Sehr häufig treten uns diese in Form der *Papillen* oder *Wärzchen* entgegen; das sind kleine, gestreckt kegelförmige Erhebungen des Gewebes der Tunica propria, welche bei 20—50 μ Breitendurchmesser das Niveau der letzteren in der verschiedensten Höhe — bis zu 300 μ und mehr überragen. Allerorts, wo Schleimhautpapillen vorkommen, ist das unmittelbar aufliegende Epithel aus vielfachen Lagen von Zellen zusammengesetzt und füllt mit diesen die Vertiefungen zwischen den Papillen vollkommen aus, so dass die freie Schleimhautoberfläche durch das Epithel vollkommen geglättet wird. Eine andere Art von Schleimhauterhebungen bilden die *Zotten — Villi.* — Ihre Form ist verschieden: cylindrisch, kegelförmig oder auch von einer Seite her abgeplattet, selbst blattartig; sie erreichen 100—500 μ in der Breite und bis zu 1 Millimeter in der Länge. Sie sind stets nur von einschichtigem Epithel bedeckt, und ragen mit ihrer ganzen Länge über die freie Schleimhautoberfläche vor, welche in Folge dessen ein sammtartiges Ansehen gewinnt. Anstatt der Zotten treten hie und da in längeren Zügen verlaufende, kamm- oder leistenartige Schleimhauterhebungen auf.

Es bedarf wohl kaum des Hinweises, dass durch alle diese

V. Kapitel.

Der Verdauungsa

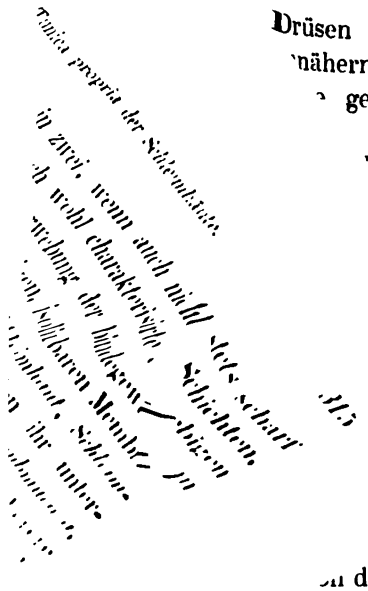
Einleit

Allgemeines über Sc

Von

Der Verdauungsk … nennen. des Respirations- und … gestreifte, viel häufiger Bestandtheile der … vereinzelt oder doch als kleine, meist röhrenartig … Tiefen der Schleimhaut und nach *Schleimhaut* bez… sehr regelmässigen Richtungen vertheilt. direct, oder n… nicht selten bis an die Papillen heran, ja einander an… sogar wesentliche Bestandtheile der zotten- häute mit … Schleimhauterhebungen dar. Anderentheils bildet es ein Zusamme… verbreitetes Vorkommniss, dass an der Grenze zwischen Schlein… propria und submucosa eine, wenn auch dünne, so doch sind, … continuirliche Lage von glatten Muskelfasern eingeschaltet ist, eins… unter dem Namen der *Tunica muscularis mucosae,* wohl auch S… eigene Schichte der Schleimhaut aufgeführt wird. Die Muskel- … halten in derselben meist eine, gegen einander rechtwinklig …kreuzte Richtung ein, und sind entweder mattenartig unter ein- …ander verflochten oder aber in zwei gesonderte Lagen, die eine mit …ngs, die andere mit quer verlaufenden Fasern, vertheilt.

Die Einlagerung von *Drüsen* in die Tunica propria betrifft vornehmlich die Schleimhaut des Magens und Darmes und der Gebärmutter. Da dieselben durchgehends von schlauchartiger Gestalt und in senkrechter Richtung zur Oberfläche, an welcher sie ausmünden, eingepflanzt sind, so entspricht jeder einzelnen Drüse eine cylindrische, tiefgreifende Einbuchtung der Tunica propria als ihre Lagerstätte. (Vergl. Fig. 66.) Kommen nun, wie im Magen



Drüsen in sehr grosser Zahl vor, so kann die nähernd die Gestaltung einer Honigwabe er- gegenüber den ersteren auffallend zurück-

e findet sich an verschiedenen Stellen eder als eine ganz diffuse Masse in eitung, oder in Gestalt wohl differen- n Gruppen geordneter Follikel. Bei geben solche Einlagerungen zu igen Verdickungen der Schleim-

ellularis der älteren Anato- allen Schleimhäuten den , und zwar gewöhnlich an einzelnen Stellen gewinnt en Membran ähnliche Beschaffenheit. der Tunica propria durch eine mehr weniger geschieden ist, oder dass sie ganz unmerklich in übergeht, immer stehen ihre fibrillären Elemente in conti- nuirlichem Zusammenhang mit denen der Tunica propria. Dasselbe gilt auch bezüglich der die Schleimhaut umgebenden Gewebe; ruht dieselbe, wie es grösstentheils der Fall ist, auf einer Muskelschichte auf, so ist es das intramusculäre Bindegewebe, in welches die Fibrillen der Submucosa übergehen; in anderen Fällen aber auch Periost, Perichondrium oder andere fibröse Membranen.

Einlagerungen anderartiger Gewebsformationen in das submucöse Bindegewebe kommen sehr häufig zur Beobachtung, und zwar sind es wieder *Drüsen*, — gewöhnlich der sogen. *traubigen Form*, — *adenoides Gewebe* in diffuser oder folliculärer Anordnung, seltener *musculöse* Elemente. Nebstdem fällt in die Submucosa die gröbere Verästlung der für die Schleimhaut bestimmten Blutgefässe, der Zusammenfluss der feineren Lymph- und Chylusgefässe und endlich eine reiche netzartige Ausbreitung von Nerven, häufig mit vielfach eingeschalteten gangliösen Formationen*).

*) Die erst in eine jüngere Zeit fallende Erkenntniss des grossen Nervenreichthums mancher Abschnitte der Tunica submucosa hat auch den alten Namen *Tunica nervea* für sie wieder mehr in Gebrauch gebracht, welcher (durch *Willis*) allerdings nicht in diesem Sinne eingeführt worden war; denn zu jener Zeit waren *Fibrae nerveae* und *Fibrae tendineae* synonyme Bezeichnungen.

Formationen eine ganz ausserordentliche Vergrösserung der Oberfläche der Tunica propria und speciell durch die Zotten und Leisten auch der gesammten freien Schleimhautfläche erzielt wird.

Von ihnen sind wohl zu unterscheiden gewisse *Faltenbildungen* der Schleimhäute, welche als wahre Dupplicaturen derselben vorkommen und eine Lage von submucösem Bindegewebe zwischen sich fassen. Es gibt solche Faltungen, welche unter allen Umständen sich erhalten und daher wohl auch den Namen Klappen oder Ligamente führen, neben viel zahlreicheren anderen, welche transitorisch sind, bei Verengerung der schlauchförmigen Organe entstehen, bei ihrer Ausdehnung sich wieder ausgleichen und völlig verschwinden.

Ausser den besprochenen Oberflächenformationen der Tunica propria sind für gewisse Abschnitte der Schleimhäute besondere Einlagerungen differenter Gewebsbestandtheile von Wichtigkeit. Als solche sind *Muskeln*, *Drüsen* und *adenoides Gewebe* zu nennen.

Die *muskulösen Elemente*, seltener quergestreifte, viel häufiger glatte Fasern sind zum Theil mehr vereinzelt oder doch als kleine, isolirte Bündel in verschiedenen Tiefen der Schleimhaut und nach mannigfachen, mitunter sehr regelmässigen Richtungen vertheilt. Sie erstrecken sich nicht selten bis an die Papillen heran, ja sie stellen oftmals sogar wesentliche Bestandtheile der zottenartigen Schleimhauterhebungen dar. Anderentheils bildet es ein sehr weit verbreitetes Vorkommniss, dass an der Grenze zwischen Tunica propria und submucosa eine, wenn auch dünne, so doch ganz continuirliche Lage von glatten Muskelfasern eingeschaltet ist, welche, unter dem Namen der *Tunica muscularis mucosae*, wohl auch als eigene Schichte der Schleimhaut aufgeführt wird. Die Muskelfasern halten in derselben meist eine, gegen einander rechtwinklig gekreuzte Richtung ein, und sind entweder mattenartig unter einander verflochten oder aber in zwei gesonderte Lagen, die eine mit längs, die andere mit quer verlaufenden Fasern, vertheilt.

Die Einlagerung von *Drüsen* in die Tunica propria betrifft vornehmlich die Schleimhaut des Magens und Darmes und der Gebärmutter. Da dieselben durchgehends von schlauchartiger Gestalt und in senkrechter Richtung zur Oberfläche, an welcher sie ausmünden, eingepflanzt sind, so entspricht jeder einzelnen Drüse eine cylindrische, tiefgreifende Einbuchtung der Tunica propria als ihre Lagerstätte. (Vergl. Fig. 66.) Kommen nun, wie im Magen

und Darm, diese Drüsen in sehr grosser Zahl vor, so kann die Tunica propria annähernd die Gestaltung einer Honigwabe erhalten und an Masse gegenüber den ersteren auffallend zurückstehen.

Das *adenoide Gewebe* findet sich an verschiedenen Stellen mancher Schleimhäute entweder als eine ganz diffuse Masse in grösserer oder geringerer Ausbreitung, oder in Gestalt wohl differenzirter, entweder einzelner, oder zu Gruppen geordneter Follikel. Bei einigermassen stärkerer Entwicklung geben solche Einlagerungen zu umschriebenen, flachen oder hügelartigen Verdickungen der Schleimhaut Veranlassung.

Die *Tunica submucosa* (die *lamina cellularis* der älteren Anatomen) bewahrt in geweblicher Hinsicht an allen Schleimhäuten den reinen Charakter des fibrillären Bindegewebes, und zwar gewöhnlich in lockerer, weitmaschiger Form; nur an einzelnen Stellen gewinnt sie eine festere, einer fibrösen Membran ähnliche Beschaffenheit. Sei es nun, dass sie von der Tunica propria durch eine mehr weniger scharfe Grenze geschieden ist, oder dass sie ganz unmerklich in dieselbe übergeht, immer stehen ihre fibrillären Elemente in continuirlichem Zusammenhang mit denen der Tunica propria. Dasselbe gilt auch bezüglich der die Schleimhaut umgebenden Gewebe; ruht dieselbe, wie es grösstentheils der Fall ist, auf einer Muskelschichte auf, so ist es das intramusculäre Bindegewebe, in welches die Fibrillen der Submucosa übergehen; in anderen Fällen aber auch Periost, Perichondrium oder andere fibröse Membranen.

Einlagerungen anderartiger Gewebsformationen in das submucöse Bindegewebe kommen sehr häufig zur Beobachtung, und zwar sind es wieder *Drüsen*, — gewöhnlich der sogen. *traubigen Form*, — *adenoides Gewebe* in diffuser oder folliculärer Anordnung, seltener *musculöse* Elemente. Nebstdem fällt in die Submucosa die gröbere Verästlung der für die Schleimhaut bestimmten Blutgefässe, der Zusammenfluss der feineren Lymph- und Chylusgefässe und endlich eine reiche netzartige Ausbreitung von Nerven, häufig mit vielfach eingeschalteten gangliösen Formationen*).

*) Die erst in eine jüngere Zeit fallende Erkenntniss des grossen Nervenreichthums mancher Abschnitte der Tunica submucosa hat auch den alten Namen *Tunica nervea* für sie wieder mehr in Gebrauch gebracht, welcher (durch *Willis*) allerdings nicht in diesem Sinne eingeführt worden war; denn zu jener Zeit waren *Fibrae nerveae* und *Fibrae tendineae* synonyme Bezeichnungen.

2. **Das Epithelium***) bekleidet die innere Oberfläche der Tunica propria der Schleimhäute und stellt ein continuirliches Häutchen dar, dessen eine Fläche — die Basalfläche — der letzteren unmittelbar aufruht. Die zelligen Elemente, aus welchen die Epithelialschichte aufgebaut ist, sind bereits (Seite 57) hinreichend gewürdigt worden; es bleiben daher nur die verschiedenen Typen ihrer Anordnung im Allgemeinen zu besprechen, welche letztere, nebst der Form der betheiligten Zellen als Eintheilungsgrund für die verschiedenen Arten der Epithelialmembranen gebraucht zu werden pflegt.

Die Bezeichnung Epithelium wird übrigens ganz gewöhnlich noch in einem viel weiteren Sinne gebraucht, indem man sie auch auf die Secretionsflächen der meisten Drüsen ausdehnt. Wenn nun auch die Secretionszellen der Drüsen sowohl genetisch als morphologisch mit den wahren Epithelzellen in mancherlei Hinsicht eine nahe Verwandtschaft bekunden, so scheint es doch aus mehrfachen Gründen viel richtiger, die ersteren unter dem Namen der *Drüsenzellen* von den letzteren streng auseinander zu halten und ihre Formationen nicht den Epithelien beizuziehen.

Ausserdem ist es herkömmlich, die zelligen Auskleidungen gewisser Binnenhöhlen des Körpers z. B. der Hirnhöhlen, des Centralkanales des Rückenmarkes, der Augenkammern u. dgl. unter die Epithelien zu rechnen. Wenn sich auch für die ersteren die Abstammung ihrer Elemente aus dem Ectoderm herleiten lässt, so hat doch ihre Bedeutung im entwickelten Thierkörper gar nichts mit der der Schleimhautepithelien gemein; für andere Zellenhäutchen z. B. für das sogen. hintere Epithel der Hornhaut ist nachgewiesen worden, dass sie sowohl nach Herkunft als auch nach ihren wesentlichen Eigenschaften den Endothelien angehören.

Beschränkt man also den Ausdruck Epithelium auf die Deckhäutchen der Schleimhäute, so kann man sie zunächst abtheilen in solche, welche nur aus einer einzigen Lage von Zellen zusammengesetzt sind — *einschichtige Epithelien* — und solche, welche aus mehreren Lagen übereinander geschichteter Zellen bestehen — *mehrschichtige Epithelien*. — Tragen die Epithelzellen an ihrer freien

*) Der Name stammt von ἡ θηλή — papilla, eigentlich die Brustwarze, und wurde zuerst von *Ruisch* für das zellige Oberhäutchen, welches die Schleimhautpapillen der Lippen bedeckt, in Anwendung gezogen.

Fläche einen Besatz von Flimmerhaaren, so werden sie als *Flimmerepithelien* bezeichnet.

a) Die **einschichtigen** Formen sind nach der Gestalt der sie constituirenden Zellen benannt, und werden als *Pflasterepithelium* und *Cylinderepithelium* unterschieden. (Das sogen. *Plattenepithelium* findet sich an wahren Schleimhäuten niemals vor; zum Theil ist es eine endotheliale Bildung, zum Theil aber gehört es gewissen Abschnitten von Drüsen an.)

Während das *Pflasterepithelium*, durch Zellen von cubischer oder polyedrischer Form zusammengesetzt, nur ganz beschränkt im Wirbelthierkörper vorkommt (Paukenhöhle), besitzt das Cylinderepithelium eine ziemlich weite Verbreitung, indem es sich durch den ganzen Darmkanal, von der Cardia des Magens bis zur Afteröffnung erstreckt und ausserdem den Ausführungsgängen der meisten Drüsen, sowie gewissen Abschnitten des Respirations- und Genitalapparates eigen ist. Seine Elemente sind langgestreckte Zellen, welche nur selten die reine Cylinderform zeigen, meist durch gegenseitige Abplattung prismatische Gestalt angenommen haben und gegen das Basalende hin zugespitzt auslaufen, wesshalb sie mehr einem Kegel oder einer Pyramide ähnlich sehen. Sie haften mit ihren langen Seiten unter Vermittlung einer geringen Menge von Kittsubstanz aneinander und wenden der freien Oberfläche ihre ebene oder leicht convex ausgebogene Endfläche zu. Da sonach bei der Betrachtung des Cylinderepithels von der Oberfläche her alle seine Zellen im optischen Querschnitt erscheinen, so gewinnt man die Ansicht von lauter kreisförmigen oder polygonalen Feldern, deren jedes einen, von scharfem, kreisrundem Contour begrenzten Kern enthält.

Man kann sich solche Bilder leicht in grosser Menge verschaffen, wenn man von der Darmschleimhaut eines beliebigen Thieres, sei es in frischem oder gehärtetem Zustande, mittelst einer Messerklinge einen kleinen Theil des Epitheliums ablöst. Da an derartigen Präparaten stets auch eine Anzahl von Zellen, entweder isolirt, oder in kleinen Gruppen vorliegt, welche dem Beobachter ihre langen Seiten zuwenden, so kann über ihre wahren Formverhältnisse weiter kein Zweifel bestehen, ebensowenig darüber, dass ihr Kern, nicht wie es bei der Ansicht von oben her scheint, kugelförmig, sondern vielmehr in die Länge gestreckt, ellipsoidisch ist.

Andere Verhältnisse des Cylinderepitheliums lassen sich viel

besser an feinen Querdurchschnitten, welche durch die obertlächlichen Parthien einer gehärteten Schleimhaut geführt und mit Färbemitteln behandelt worden sind, nachweisen. Dahin gehört insbesondere das Vorkommen und die Vertheilung der bereits früher (Seite 62) erwähnten Ersatzzellen. Dieselben, von kugeliger oder pfriemenförmiger Gestalt, finden sich in wechselnder Menge zwischen den verjüngten Basalenden der typischen Epithelzellen eingelagert. Mit ihrer Bedeutung als jugendliche, in Bildung begriffene Zellen steht es wohl in Einklang, dass man öfters verschiedene Präparate durchmustern muss, bis man sie zur Ansicht bekömmt. Man findet sie dann häufig ganz vereinzelt, an anderen Stellen jedoch in so grosser Zahl, dass scheinbar auf eine jede Cylinderzelle eine Ersatzzelle kommt. Sind keine Ersatzzellen vorhanden, so sind die, zwischen den verschmälerten Enden der Epithelzellen befindlichen Zwischenräume von der Kittsubstanz ausgefüllt. Die letztere kann durch Behandlung des frischen Gewebes mit *Müller'scher* Flüssigkeit zur Gerinnung gebracht werden und erscheint dann an Zupfpräparaten häufig in Gestalt von feinen, kurzen Stäbchen isolirt. Hat man an solchen Objekten das Epithel abgelöst, so hinterbleibt auf der Oberfläche der Schleimhaut nicht selten eine feine, netzförmige Zeichnung, welche durch die zurückgebliebenen Kittsubstanzleistchen hervorgerufen ist. Durch die Untersuchungen von *Thoma* haben wir die interessante Thatsache kennen gelernt, dass gelöstes Indigkarmin in wiederholten, kleinen Portionen in das Blut lebender Frösche gebracht, nach kurzer Zeit in den Kittleisten der cylindrischen Epithelien (ebenso in verschiedenen geschichteten Epithelien) erscheint, ohne dass die Zellen selbst eine Spur des Farbstoffes aufgenommen haben.

Das Vorkommen von *Becherzellen* zwischen den gewöhnlichen Zellen des Cylinderepithels wird sehr häufig beobachtet, jedoch ist die Zahl derselben eine äusserst wechselnde; sehr reichlich finden sie sich mitunter an dem Epithelium des Darmes.

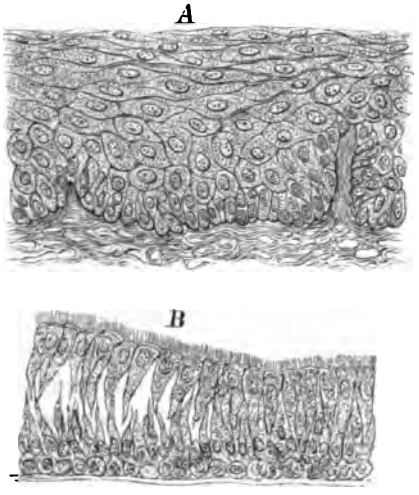
b) **Die mehrschichtigen Epithelien.** Von den verschiedenen Formationen, in welchen diese Art von Epithelien auftritt, mögen zwei, als die typischen Repräsentanten derselben, besonders beschrieben werden. — Es sind dies: das *geschichtete Pflasterepithelium* und das *geschichtete Cylinderepithelium.*

Das geschichtete Pflasterepithelium (Fig. 52 A) kommt in seiner reinen Form dem Anfangstheil des Verdauungsapparates —

von der Mundhöhle bis an die Einpflanzung der Speiseröhre in den Magen — der nächsten Umgebung des Afters, dem Eingange der Nase, den wahren Stimmbändern, ferner der Bindehaut und der Hornhaut des Auges, den Thränenröhrchen, der Scheide und Harnröhre des Weibes zu.

Ueberblickt man so die Verbreitung unserer Epithelform, so ergibt sich, dass sie vornehmlich jenen Hohlräumen eigen ist, welche ursprünglich aus Einstülpungen der äusseren Körperoberfläche her-

Fig. 52.



Zwei Querdurchschnitte durch geschichtete Epithelialhäute.
A Geschichtetes Pflasterepithel aus der Speiseröhre der Katze.
B Geschichtetes, flimmerndes Cylinderepithel aus dem Kehlkopf des Pferdes. Nach links hin sind durch Zufall die oberflächlichsten Zellen etwas abgehoben, so dass die Formen der tieferen Zellen deutlicher erkannt werden können.
(Hartnack, Syst. VIII. Ocul. 2.)

vorgegangen sind. Sie schliesst sich denn auch an den Mündungen dieser Körperhöhlen der epithelialen Bedeckung der äusseren Haut — der Epidermis unmittelbar an und zeigt mit der letzteren, entsprechend der gemeinschaftlichen Herkunft aus dem äusseren Keimblatte eine grosse Uebereinstimmung in dem histologischen Verhalten. Dass geschichtetes Pflasterepithel und Epidermis eine und dieselbe Gewebsform darstellen, und die zwischen beiden bestehenden Differenzen lediglich in äusseren Verhältnissen begründet sind, wird am besten dadurch illustrirt, dass unter krankhaften

Umständen (z. B. bei sogen. Vorfall der Scheide) das geschichtete Pflasterepithel alle Charaktere der Epidermis annimmt.

Das geschichtete Pflasterepithelium studirt man am besten an feinen Durchschnitten, welche in genau senkrechter Richtung zu der Oberfläche des gehärteten Objektes angefertigt worden sind, jedoch dürfen auch Zupfpräparate nicht vernachlässigt werden. Für die erste Beobachtung ist besonders die Schleimhaut der Speiseröhre zu empfehlen.

Beim Aufbau des geschichteten Pflasterepitheliums betheiligen sich Zellen der verschiedensten Form (Fig. 52 A). Das tiefste Stratum, welches auf bindegewebiger Grundlage aufruht, wird stets von einer Schichte gestreckter, cylinderähnlicher, spindelförmiger oder pfriemenförmiger Zellen hergestellt. Auf dasselbe folgen eine oder mehrere Lagen von rundlichen oder auch wohl etwas abgeplatteten Zellen, deren Formen übrigens höchst mannigfach erscheinen können, da sie mit grösseren oder kleineren Fortsätzen in die Zwischenräume benachbarter Zellen eingreifen. Die Zellen dieser Lagen sind es auch, welche am allerdeutlichsten eine gerippte oder gezackte Oberfläche erkennen lassen (Riffzellen). Je weiter nach der Oberfläche zu, desto mehr abgeplattet erscheinen die Zellen, desto mehr aber vergrössert sich auch ihr Breitendurchmesser; die obersten Lagen bestehen ganz ausschliesslich aus dünnen, platten oder schuppenförmigen Zellen, welche sich auf dem Querschnitte in Gestalt einfacher Linien präsentiren. Alle diese verschiedenen Zellenformen zeigen scharf begrenzte Kerne mit deutlichen Kernkörperchen und zwar die tieferen kugelige, die oberflächlichen aber abgeplattete, wohl auch eckige oder verschrumpfte Kerne. In diesem Umstande liegt ein durchgreifender, morphologischer Unterschied zwischen dem geschichteten Pflasterepithel der Schleimhäute und zwischen der Epidermis, indem bei letzterer die oberflächlichen, verhornten Zellen stets kernlos sind. In Betreff der gegenseitigen Lagerung der Zellen unserer Epithelart ist zu bemerken, dass alle die rundlichen und platten Zellen dachziegelförmig übereinandergeschichtet sind, so dass immer je eine Zelle die Ränder mehrerer über und unter ihr gelegener Zellen deckt.

Innerhalb des durch die vorstehenden Eigenschaften gezogenen Rahmens kommen an den verschiedenen, mit geschichtetem Pflasterepithel versehenen Schleimhäuten nicht unerhebliche Differenzen desselben vor, welche zum grössten Theile mit der wechselnden Mächtigkeit des Epithelialstratums in Zusammenhang stehen und sich haupt-

sächlich auf die Anzahl der Zellenlagen und auf die Grössenverhältnisse der einzelnen Zellen beziehen. Die Dicke des Epithelstratums aber variirt nicht nur nach den verschiedenen Oertlichkeiten, sondern auch nach dem Alter des Individuums und nach den verschiedenen Thiergattungen, namentlich wächst die Anzahl der Zellschichten mit der Grösse der Thiere (*Riedel*).

Das geschichtete Cylinderepithelium (Fig. 52 B) gehört in seiner typischen Gestaltung der Schleimhaut des Kehlkopfes (mit Ausnahme der Region der wahren Stimmbänder), der Luftröhre und der stärkeren Bronchien und zum Theil auch der Schleimhaut der Nase und ihrer Nebenhöhlen an*). Die Zellen, welche es zusammensetzen, sind ihrer Form nach von dreierlei Art. In tiefster Schichte sitzt eine Lage von kugelförmigen, häufig mit einem oder mehreren, feinen Ausläufern versehenen Zellen; auf diese folgen spindelförmige, nach beiden Seiten zugespitzte Zellen, während die der obersten Lage pyramiden- oder cylinderähnlich sind, jedoch an ihrem Basalende in einen dünnen Fortsatz auslaufen. Die Anordnung dieser verschiedenen Zellen ist derart, dass die mittleren spindelförmigen Zellen einerseits zwischen die Basalenden der oberflächlichen, und andererseits in die, zwischen den tiefen, kugelförmigen Zellen bestehenden Zwischenräume hineinragen. Während das geschichtete Pflasterepithel in Folge der relativen Festigkeit und der innigen Fügung seiner oberflächlichen Zellenlagen der Schleimhautoberfläche eine mehr derbe Beschaffenheit verleiht, zeichnet sich das geschichtete Cylinderepithel durch grössere Weichheit und Vulnerabilität aus.

Neben den beiden beschriebenen Hauptformen des geschichteten Epithels kommen auf kürzere oder längere Strecken hin noch andere Formen vor, welche eine geringere Regelmässigkeit in ihrer Zusammensetzung aufweisen.

Es gehört namentlich hierher das *Uebergangsepithel* (*Henle*), dessen Name davon hergeleitet ist, dass es an gewissen Schleimhauttracten (Urogenitalsystem) streckenweise zwischen zwei andere Epithelformen eingeschaltet ist, gewissermassen den Uebergang zwischen beiden vermittelt. Es steht seinem Bau und seiner ganzen Be-

*) Mit Unrecht stellt *Henle* das Vorkommen des geschichteten Cylinderepithels in Abrede, indem er annimmt, dass der Anschein der Schichtung nur durch schiefe Schnittführung entstehe. —

schaffenheit zufolge dem geschichteten Pflasterepithel nahe, zeichnet sich jedoch vor demselben durch eine ausserordentliche Mannigfaltigkeit der Zellenformen aus; die Zahl der Schichten ist stets nur eine geringe, insbesondere ist nur eine einzige oberflächliche Lage flacher Zellen vorhanden, welche übrigens niemals zu so dünnen Schüppchen werden, wie solche dem geschichteten Pflasterepithel eigen sind.

In Betreff der *Lebenserscheinungen* der mehrschichtigen Epithelien ist anzuführen, dass die sie constituirenden Elemente zweifelsohne einem verhältnissmässig raschen Wechsel unterworfen sind, welcher sich durch stetige Abstossung der oberflächlichsten Zellenschichten manifestirt. Der Wiederersatz des Verlorengegangenen muss nach Allem, was wir wissen, zunächst auf die Zellen der tiefsten Lagen zurückgeführt werden, durch deren Theilung die erforderliche Anzahl neuer Zellen gebildet wird. Wir müssen annehmen, dass diese jungen Zellen in weiterer Folge unter entsprechender Veränderung ihrer Form und Beschaffenheit allmälig in höhere Schichten vorgeschoben werden, so dass eine und dieselbe Zelle zu verschiedener Zeit allen verschiedenen Schichten des Epithels angehört hat. Zur gänzlichen Aufklärung dieses interessanten Vorganges sind indessen noch eingehendere Beobachtungen erforderlich.

Einen besonderen Charakter erlangen die Epithelien an gewissen Oertlichkeiten dadurch, dass sie an ihrer freien Fläche mit einem Besatze von Flimmerhaaren (Seite 24) versehen sind; sie werden dann als *Flimmerepithelien* bezeichnet. An allen beschriebenen Arten des Epithels, mit Ausnahme des geschichteten Pflasterepithels und des Uebergangsepithels, kann Flimmerbesatz vorkommen; fast constant ist er ein Attribut des geschichteten Cylinderepithels.

Eigenthümliche Umbildungen des Epithels — *Zahnschmelz, Haare, Nägel, Kristallinse* — werden betreffenden Ortes ihre Würdigung finden.

Alle Epithelien entbehren der Blut- und Lymphgefässe gänzlich, hingegen sind an gewissen Oertlichkeiten *Nervenausbreitungen* in ihnen beobachtet worden. Ueber allen Zweifel sichergestellt sind solche indessen nur in dem geschichteten Pflasterepithelium der Hornhaut des Auges (*Hoyer, Cohnheim* u. A.). Sie dringen dort aus der bindegewebigen Grundlage, nachdem sie sich allmälig verzweigt und hart unter dem Epithel einen sogen. subepithelialen Plexus gebildet haben (siehe unten) in Form von zahlreichen feinsten Fibrillen zwischen die Epithelialzellen ein, verästigen sich noch ein oder das

andere Mal und endigen in den obersten Epithellagen theils fein zugespitzt, theils mit knopfartigen Auftreibungen (*Endknöpfchen*). In ähnlicher Weise sind Nervenendigungen in der Epithelialschichte der äusseren Haut (*Langerhans*), der Schleimhaut der Lippe, des harten Gaumens, ferner in der äusseren Wurzelscheide der Haare, im äusseren Epithel des Trommelfelles (*Kessel*), in der Vagina u. s. w. beschrieben worden. Es lässt sich aber für keinen dieser Bezirke der Verdacht völlig beseitigen, dass die als Nervenausbreitung gedeuteten Bilder auf Kunstprodukte, durch die angewendete Methode hervorgerufen, zurückzuführen seien. Von einigen Autoren wird sogar ein direkter Uebergang feinster Nervenfibrillen in die Substanz der Epithelzellen angenommen (*v. Thanhoffer* für das Cylinderepithel des Darmes und für das Epithel der Hornhaut, *Hensen* für das Epithel des Froschlarvenschwanzes u. a. m.). Alle diese Angaben dürfen nur mit der grössten Reserve aufgenommen werden, weil die einzige, für derartige Untersuchungen anwendbare Methode — die Imprägnation des frischen Gewebes mit Chlorgold — zu allerlei Täuschungen Veranlassung geben kann. Nur wenn man im Stande ist, die feinen, durch Chlorgold dunkelgefärbten Linien in typischer Astfolge bis zu zweifellosen, markhaltigen Fasern zurückzuverfolgen, und wenn es gelingt, diese Bilder zu wiederholten Malen darzustellen, ist man berechtigt, mit Sicherheit auf das Vorhandensein von Nervenausbreitungen zu schliessen.

Von den Drüsen.

Als Drüsen *) werden Organe und Organtheile bezeichnet, als deren wesentlichste physiologische Leistung wir die Bereitung und

*) Nach dem Sprachgebrauche der Alten verstand man unter *Drüsen* (*glandulae*) die Lymphknoten, insbesondere, wenn sie durch krankhafte Vergrösserung dem Auge und Getaste in sehr auffälliger Weise zugänglich geworden waren; bekanntlich hat sich diese Bezeichnung in diesem Sinne bis heute im Volksmunde erhalten. Als die anatomische Wissenschaft sich mehr und mehr zu entwickeln begann, übertrug man den Namen auf alle grösseren oder kleineren, räumlich gesonderten Organe, welche in äusserem Ansehen (nach Farbe, Consistenz u. dgl.) einige Aehnlichkeit mit den Lymphknoten besitzen. — Man erkannte aber bald, dass manche von diesen »drüsigen« Organen eine Secretflüssigkeit liefern, und stellte dies als einen der hervorragendsten Charaktere

Ausscheidung von gewissen, durch spezifische Bestandtheile ausgezeichneten Flüssigkeiten — Secreten — kennen. Dieser übereinstimmenden Thätigkeit entsprechend, besitzen auch alle Drüsen, wenngleich sie in den Details ihres Aufbaues die ausserordentlichsten Verschiedenheiten zeigen, gewisse gemeinschaftliche, morphologische Eigenschaften. Diese beziehen sich auf die zelligen Elemente, welche wesentlich zu ihrem Aufbau beitragen, auf die Anordnung derselben zu *typischen, primären Formationen* und auf das Verhältniss dieser zu dem Blutgefässsystem.

Die zelligen Elemente der Drüsen ordnen sich nach Art einschichtiger Epithelien an einander *und formen die unmittelbaren Wandungen mikroskopisch kleiner, verschieden gestalteter Hohlräume,* welche entweder, ein jeder für sich, an der Oberfläche einer Schleimhaut (beziehentlich der äusseren Haut) ausmünden, oder aber in grösserer oder kleinerer Zahl mit einander sich vereinigen, um mittelst

---

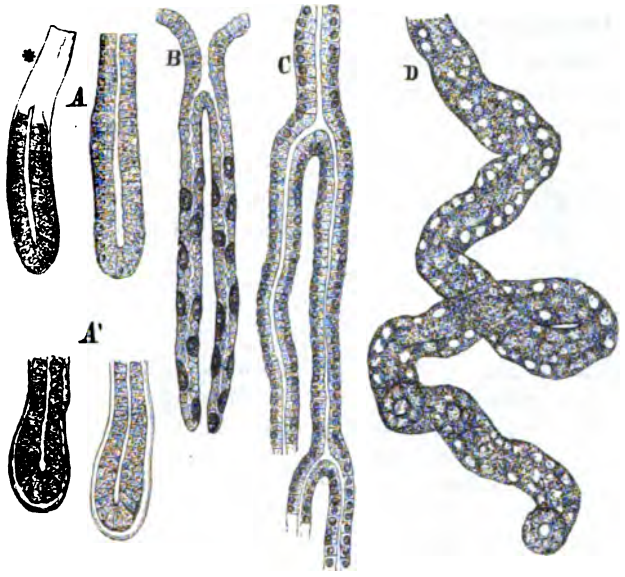
der Drüsen hin. (Man hatte wohl auch die Eiterflüssigkeit, welche sich aus erkrankten Lymphknoten ergoss, in dieselbe Kategorie gestellt.) Damit hatte der Begriff der Drüse wesentlich einen *physiologischen* Hintergrund gefunden, und man rechnete fortan auch jene secernirenden Organe und Organtheile dazu, welche der äusseren Erscheinung nach den Lymphknoten ganz ferne stehen. Man unterschied fortan zwischen *secernirenden* und *nicht secernirenden Drüsen.* — Als man später das Verhältniss der Lymphknoten zu dem Lymphgefässsystem erkannte, räumte man ihnen als *Lymphgefässdrüsen* eine gesonderte Stellung ein; die anderen »drüsigen« Organe aber, von denen eine Secretbildung nicht erweislich war, wurden unter der Bezeichnung: *Blutgefässdrüsen*, oder *Drüsen ohne Ausführungsgang* in eine Gruppe zusammengestellt. Zu denselben wurden gezählt: *die Milz, die Thymus, die Schilddrüse, die Nebenniere* und *der Hirnanhang,* sowie *die Steissdrüse* und *die Carotisdrüse.*

Als *wahre Drüsen* aber führte man nunmehr nur jene auf, welche thatsächlich irgend ein nach Aussen gelangendes, specifisches Secret liefern. —

Nach dem Standpunkte unserer gegenwärtigen Kenntnisse bilden die »Glandulae secernentes« den Typus der Drüsen; es müssen ihnen aber aus entwicklungsgeschichtlichen Gründen auch die Schilddrüse und ein Theil des Gehirnanhanges beigezählt werden. Die Gruppe der Blutgefässdrüsen kann nicht mehr weiter aufrecht erhalten werden, nachdem man erkannt hat, dass die Thymus dem Lymphgefässsystem angehört, die Steissdrüse und Carotidendrüse nichts anderes, als eigenthümliche Blutgefässconvolute darstellen. Die Milz und die Nebennieren aber, deren physiologische und morphologische Dignität noch immer nicht aufgedeckt werden konnte, zeigen nach keiner Richtung hin eine Analogie mit den wahren Drüsen; ihre Stellung im histologischen System muss bis auf Weiteres als eine offene Frage angesehen werden.

eines gemeinsamen ausführenden Ganges ihre Ausmündung an der Oberfläche zu finden. Diese zellige Wandung erhält gewissermassen eine Stütze durch eine ihr von aussen her angelagerte *Membrana propria*, um welche herum sich ein, je nach der verschiedenen Form der Drüse, verschieden gestaltetes *Capillarnetz* ausbreitet. Bei jenen Drüsen, welche aus mehrfachen oder verzweigten Hohlräumen zu-

Fig. 53.



Verschiedene Formen schlauchförmiger Drüsen.

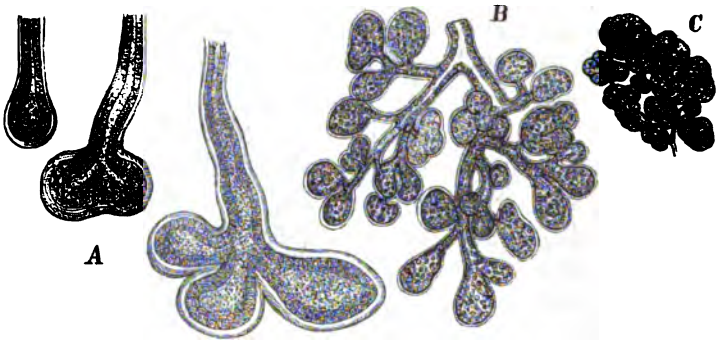
A Einfache, kurze Schlauchdrüsen (Lieberkühn'sche Drüsen aus dem menschlichen Darm). Bei * sind die Secretionszellen ausgefallen, und die Membrana propria isolirt sichtbar.
A' Ebensolche Schlauchdrüsen aus der Conjunctiva palpebralis des Menschen.
B Getheilte schlauchförmige Drüse (Labdrüse aus dem Magen der Katze).
C Dichotomische Ramification eines Drüsenröhrchens (Harnkanälchen aus der Nierenpyramide eines Hundes).
D Gewundenes Drüsenröhrchen aus der Nierenrinde eines Kaninchens.
A A' und D mit Hartnack, Syst. VIII. Ocul. 2, B und C mit Syst. V. Ocul. 2.

sammengesetzt sind, kommt endlich noch das *interstitielle Bindegewebe* in Betracht.

Was zunächst die *primären Formationen* der Drüsen anbelangt, so kann man zwei Typen derselben unterscheiden: den *schlauchförmigen* (*tubulösen*) und den *traubenförmigen* (*acinösen*) Typus. Der erstere (Fig. 53) ist dadurch ausgezeichnet, dass die Drüsenzellen die Wandung einer längeren oder kürzeren, an einem Ende blind abgeschlossenen Röhre herstellen, welche in gerader oder gebogener

Linie verläuft, selbst knäuelförmig aufgewickelt sein kann. Die Drüsenröhren sind entweder einfach oder in verschiedener Weise verzweigt. Hierher gehören: die *Lieberkühn'schen* Drüsen des Darmes, die Lab- und Schleimdrüsen des Magens, die Uterindrüsen, die Drüsen der Regio olfactoria, die Schweiss- und Ceruminaldrüsen, endlich die Niere und der Hoden. (Die Leber zeigt bei Amphibien zeitlebens, bei Säugethieren und Vögeln, sowie beim Menschen, nur in der Embryonalperiode und in der ersten Zeit des Extrauterinlebens einen deutlich tubulösen Bau. Im ausgewachsenen Zustande nimmt sie dann eine ganz eigenartige Beschaffenheit an.)

Fig. 54.



Verschiedene Formen acinöser Drüsen.

A In der Entwicklung begriffene acinöse Drüschen aus der Luftröhrenschleimhaut eines fünfmonatlichen menschlichen Embryo.
B Aus der Submaxillardrüse eines neugeborenen Meerschweinchens (Zupfpräparat).
C Aus dem Pankreas des Hundes. Die Drüsengänge, sowie die Lumina der Acini sind mit Berlinerblau injicirt. (Zupfpräparat). (Hartnack, Syst. VIII. Ocul. 2.)

Bei den *acinösen* Drüsen (Fig. 54) bestehen die primären Formationen aus rispen- oder traubenförmig verzweigten Gängen, deren letzten Ausläufer mit kugeligen oder ellipsoidischen oder birnförmigen Ausbuchtungen (Acini*), Alveoli), in manchen Fällen auch mit kurzen schlauchartigen Anhängen endigen.

So leicht es in der Regel fällt, die Formationen der schlauchförmigen Drüsen, sowohl an Zupf- als auch an Schnittpräparaten

*) Der Ausdruck Acinus — die Beere — wurde von den alten Anatomen (*Malpighi*) für die makroskopisch sichtbaren Läppchen der Drüsen, sowie auch für die meisten, an parenchymatösen Organen hervortretenden, differenzirten »Körner« und »Körperchen« (Vergl. Leber, Milz, Niere) angewendet.

zu erkennen, ebensoschwierig gelingt es in den meisten Fällen, sich eine selbständige, klare Anschauung der acinösen Anordnung zu verschaffen. Injectionen der Drüsenräume von den Ausführungsgängen her können hiefür gute Dienste leisten, ebenso die vielgeübten Isolationsmethoden mit Salzsäure, Salpetersäure u. dgl. Am meisten aber möchte ich empfehlen, nicht wie es gewöhnlich geschieht, Objekte von ausgewachsenen Individuen, sondern solche von älteren Embryonen oder neugeborenen Thieren zu derlei Untersuchungen vorzunehmen, wobei es fast gleichgültig ist, ob man dieselben in frischem oder mässig gehärtetem Zustande verwendet. Man kann sich dann durch einfaches, vorsichtiges Zerzupfen die befriedigendsten Bilder verschaffen, einerseits weil das interstitielle Bindegewebe in Folge seiner grossen Weichheit und Zartheit der Zerlegung des Objektes und der Beobachtung wenig Hindernisse bereitet, andererseits aber weil die geringere räumliche Ausbreitung der primären Formationen die Uebersicht viel besser gestattet, als dies im ausgewachsenen Zustande der Fall ist. Je nachdem das Gangwerk dieser Drüsenformationen entweder, räumlich beschränkt, nur aus einzelnen Ramifikationen besteht, oder aber in zahlreichen Verästigungen sich ausbreitend, grössere selbständige Organe formt, hat man die acinösen Drüsen auch in *einfache* und *zusammengesetzte* eingetheilt. Zu den ersteren zählt man gewöhnlich die sogenannten Schleimdrüsen des Verdauungs- und Respirations-Apparates und die Talgdrüsen; zu den letzteren die Speicheldrüsen, Thränendrüsen, Milchdrüsen, die *Cowper'schen* und *Bartholini'schen* Drüsen. (Nach dem Typus der acinösen Drüsen sind auch die Lungen der höheren Wirbelthiere gebaut.)

Es ist nicht unwichtig, nebst den genannten mikroskopischen Formverhältnissen gewisse topographische und morphologische Verhältnisse der beiden Drüsenarten in's Auge zu fassen. Während an den Schleimhäuten die einfachen und kleinen Schlauchdrüsen zumeist in dem Gewebe der Tunica propria selbst eingelagert sind, ist der Sitz der einfachen traubenförmigen Drüsen stets das submucöse Bindegewebe, in welchem sie als scharf umschriebene, kleine, weissliche Knötchen hervortreten. Bezüglich der äusseren Haut aber gestalten sich die Lagerungsverhältnisse anders, indem die traubenförmigen Talgdrüsen die oberflächlicheren, die tubulösen Schweissdrüsen aber die tieferen Parthien der Cutis, ja grossentheils selbst das subcutane Bindegewebe einnehmen.

Von den grossen, tubulösen Drüsen zeichnet sich die Niere durch einen, ihrem Gefüge entsprechenden, deutlich faserigen Bruch aus, der Hoden aber, dessen Drüsenröhrchen in vielfache Windungen gelegt sind, dadurch, dass man aus dem frischen Gewebe leicht einzelne Röhrchen auf grössere Strecken zu entfalten vermag. Für alle zusammengesetzten, traubigen Drüsen hingegen ist ein entschieden lappiges Aussehen charakteristisch; die grösseren Lappen derselben entsprechen dem Ramifikationsgebiet der stärkeren Aeste der Ausführungsgänge, die kleineren, in welche sich die ersteren zerlegen lassen, dem Verästigungsgebiet der feineren Zweige und Zweigchen der ausführenden Gänge.

Sind nun so die beiden Hauptarten der Drüsen durch mehrfache Eigenschaften genügend gekennzeichnet, so stehen sie dennoch nicht ganz unvermittelt einander gegenüber, indem es gewisse Formen gibt, welche gleichsam als Uebergangsstufen zwischen beiden betrachtet werden können; ich verweise dabei insbesondere auf die Formationen der *Prostata* und der sogen. *Littre'schen* Drüsen der Harnröhre, deren Gerüste aus rispenartig verästigten Gängen besteht, welche jedoch selten in rundlichen Bläschen, sondern meistens in kürzeren oder längeren, geraden oder gebogenen Schläuchen endigen. Aehnliches kommt wohl auch, wenngleich minder ausgeprägt, bei den kleinen Schleimdrüsen des Verdauungs- und Circulationsapparates theilweise vor; und dies ist der Grund, warum dieselben von einigen Autoren der neueren Zeit geradezu als schlauchförmige Drüsen erklärt worden sind.

Nicht alle Drüsen kann man übrigens unter den beiden genannten Hauptarten unterbringen. So finden sich bei vielen niederen Thieren sogen. *einzellige* Drüsen; dieselben bestehen aus nichts anderem, als aus einer einzelnen, häufig durch besondere Grösse ausgezeichneten Zelle, welche sich durch eine Lücke ihrer Wandung an der Körperoberfläche öffnet. Andererseits aber finden sich in allen Wirbelthierklassen und beim Menschen Drüsenformationen, welche im ausgebildeten Zustande aus vollkommen abgeschlossenen, kugeligen Bläschen bestehen, welche durch eine oder mehrere Lagen von Drüsenzellen ausgekleidet sind. Solche kommen dem Eierstock, der Schilddrüse und dem vorderen Lappen des Gehirnanhanges zu. Es sind dies wahre Drüsen ohne Ausführungsgang. Ueber ihre morphologische Bedeutung vergleiche die betreffenden Abschnitte.

In dem Rahmen der eben beschriebenen Drüsenformationen

hat nun die mikroskopische Forschung als constituirende Formelemente die *Drüsenzellen* und die *Membrana propria* zu beachten. Bezüglich der ersteren muss hier zum Theil auf das bereits Vorgebrachte (Seite 62), zum Theil auf die specielle Beschreibung der einzelnen Drüsen verwiesen werden.

Die *Membrana propria* stellt ein zartes, helles, durchsichtiges Häutchen dar, welches der zelligen Wandung der Drüsenformationen aussen unmittelbar anliegt, gewissermassen als Umhüllung derselben dienend. Man bekommt sie am besten im isolirten Zustande zur Ansicht, wenn man das frische Gewebe verschiedener Drüsen, sei es vor oder nach dem Zerzupfen mit verdünnter Kali- oder Natronlauge behandelt. An gewissen Oertlichkeiten, z. B. aus der Niere erhält man sie auch ohne weiters beim Zerzupfen nicht ganz frischer Objekte. Zu eingehenderem Studium ihrer Textur ist aber die Benützung ganz frischer Objekte geboten, welche man entweder in Jodserum oder Müller'scher Flüssigkeit einige Tage lang maceriren lässt, oder mit Osmiumsäure, Chlorgold u. dgl. behandelt. Es ergibt sich dann, dass die Membranae propriae einzelner Drüsen — z. B. der Nierenkanälchen — wahre Glashäute, ohne nachweisbare Textur, darstellen, andere z. B. die der Hodenkanälchen aus geschichteten schüppchenartigen, kernhaltigen Zellen zusammengesetzt sind. Eine eigenthümliche Beschaffenheit besitzt die Membrana propria der Speicheldrüsen. Man sieht an derselben bei geeigneten Isolationspräparaten eine eigenthümliche, strahlige Zeichnung, in deren Mittelpunkt ein platter, elliptischer Kern erscheint. Dieselbe ist von verschiedenen Forschern in verschiedener Weise gedeutet worden. Man hielt sie für sternförmige Bindesubstanzzellen, welche die einzelnen Drüsenacini korbartig umgeben oder auch für rippenartige Verdichtungen an der äusseren Oberfläche der strukturlosen Haut (*Boll*). Mit diesen Bildungen nahe verwandt, wenn nicht identisch, sind gewisse sternförmige, an Macerationspräparaten isolirbare, nach Injection von Olivenöl (*v. Ebner*) durch die Ausführungsgänge in ihrer natürlichen Lage wohl erkennbare Zellen, welche mit feinen Ausläufern zwischen die secernirenden Drüsenzellen hineingreifen, so dass sie gleichsam ein stützendes Gerüste für dieselben herstellen. Dieses »intraalveolare Gerüste« wird indessen neuerdings von *Asp* und von *Lavdowsky* als nicht präexistirend, als ein Kunstprodukt in Folge der Präparation erklärt.

Schliesslich sei noch mit einigen Worten der *Hohlräume* der

Drüsenformationen gedacht. Bei den schlauchförmigen Drüsen besitzen sie eine regelmässige, cylindrische Form und sind entweder durchgehends von demselben Caliber, oder an bestimmten Stellen verengt, an anderen erweitert. Viel complicirter gestaltet sich die Lichtung der acinösen Drüsen. So weit es sich um das System der ausführenden Gänge handelt, gleicht ihre Form der der tubulösen Drüsen, jedoch ist bemerkenswerth, dass ihre Weite mit der fortschreitenden Verästigung constant abnimmt. Beim Uebergang in den Acinus endigt die Lichtung in der Mitte desselben, je nach Umständen entweder mit einer kleinen Erweiterung oder ohne eine solche. Hat man die Lumina mit Berlinerblau injicirt, so sieht man jedoch häufig an einzelnen Stellen die Injectionsmasse noch weiter zwischen die einzelnen Drüsenzellen vorgedrungen, indem sie dieselben entweder schalenartig völlig umhüllt oder aber in einzelnen dünnen Streifen zwischen ihnen bis an die Peripherie des Acinus vordringt*).

Die letzteren Bilder haben Veranlassung zu der Annahme geboten, es bestehe zwischen den einzelnen Zellen des Acinus ein System von feinsten Kanälchen, in welche die von den Zellen secernirte Flüssigkeit zunächst ergossen werde. Man nannte dieselben *Speichelcapillaren* und stellte sich vor, dass sie von der mittleren Höhlung des Acinus aus zwischen den Drüsenzellen bis an die Membrana propria reichen und entweder dort blind, selbst mit birnförmigen Erweiterungen endigen (*Langerhans*), oder dass sie ein vollkommenes, communicirendes Maschenwerk herstellen, innerhalb welchem die Secretionszellen liegen (*Gianuzzi, Saviotti*). Es unterliegt indessen kaum einem Zweifel, dass man es hier, wie seither von mehreren Forschern dargethan worden ist, mit künstlichen, durch den verhältnissmässig hohen Injectionsdruck erzeugten Bildern zu thun habe, und dass, wie bereits erwähnt, die Lichtung der acinösen Drüsen im Centrum des Acinus zum vollen Abschluss gelangt.

Mitunter findet man — namentlich im Pankreas — in der Mitte des Acinus einzelne spindelförmige oder verästigte Zellen gelegen, deren Fortsätze zwischen die Secretionszellen hineinragen und nach *v. Ebner* mit den intraalveolaren Stützzellen in Zusammenhang treten. Man nennt sie *centroacinäre Zellen* (*Langerhans*). Sie ge-

*) Ganz Aehnliches kann man übrigens sehr häufig auch nach Injection schlauchförmiger Drüsen beobachten.

hören eigentlich nicht dem Acinus selbst an, sondern dem ausführenden Gange und vermitteln die Verbindung des ersteren mit dem letzteren.

Die Zusammenfügung der primären Drüsenformationen ist, je nach ihrer Art und Beschaffenheit, eine ziemlich verschiedene. Die einfachen kleinen Schlauchdrüsen der Schleimhäute sind, wie bereits erwähnt, jede für sich, in besondere Lücken der Tunica propria eingelagert, während die einfachen acinösen Drüschen im Bereich der Submucosa sich finden und von den Elementen derselben derart umschlossen werden, dass die Bindegewebsfibrillen zwischen die einzelnen Verzweigungen der Gänge und zwischen die Acini eindringen. In allen jenen grösseren Drüsen, welche selbständige Körpertheile formen, sind die primären Formationen durch lockeres, interstitielles Bindegewebe verbunden, welches in einzelnen derselben — Hoden, Ovarium — eine eigenthümliche Beschaffenheit zeigt. An der Oberfläche des Organes verdichtet sich dieses Bindegewebe gewöhnlich zu einer umhüllenden, fibrösen Kapsel (Tunica albuginea).

Von grossem Interesse, sowohl nach der morphologischen, als nach der physiologischen Seite hin, ist das Verhältniss der primären Drüsenformationen zu dem *Blutgefässsystem*. Alle Drüsen sind sehr reichlich mit Blutgefässen bedacht, welche bei den grösseren Drüsen gewöhnlich an einer bestimmten Stelle (Hilus) ihren Ein- und Austrittsort haben. Die Verästigung derselben geschieht bei den acinösen Drüsen entlang den grösseren Ausführungsgängen, bei anderen (Hoden, Ovarium, Niere) aber nach besonderen Gesetzen. Die kleinen Drüsenformen erhalten ihre Gefässe aus der unmittelbaren Umgebung zugeleitet. Das reiche Capillarsystem breitet sich nun in dem interstitiellen Bindegewebe derart aus, dass die einzelnen Drüsenformationen von einem mehr weniger dichten Maschenwerk von Capillaren umfasst werden. Je nach Umständen sind die Capillarmaschen rundlich oder mehr in die Länge gestreckt, stets aber stehen die Gefässchen der einzelnen Formationen mit denen der benachbarten in ausgiebigster Verbindung, so dass z. B. innerhalb der Läppchen der acinösen Drüsen das Capillarsystem aller einzelnen Formationen zu einem geschlossenen Ganzen zusammentritt. Dadurch, dass die Capillargefässe um die einzelnen Drüsenformationen herum geordnet sind, ergibt sich die wichtige, für alle Drüsen ohne Ausnahme gültige Regel, dass die Secretionszellen zwischen die Gefäss-Capillaren einerseits und den Hohlraum der Drüse andererseits zu liegen kommen,

so dass sie ihr Nährmaterial von aussen her beziehen und die daraus bereiteten Stoffe in die Lichtung hinein entleeren können.

Eine ganz besondere Stellung mit Rücksicht auf das Blutgefässsystem nimmt die Niere (und im Embryo der *Wolff'sche* Körper) ein. Es ist nämlich hier in das blinde Ende eines jeden einzelnen Drüsenschlauches ein grösseres Convolut feinster, arterieller Gefässchen (die *Malpighi'schen* Gefässknäuel) hineingestülpt, so dass in diesen Drüsen ausserordentlich günstige Filtrationsverhältnisse bestehen, durch welche sie in den Stand gesetzt sind, in der kürzesten Zeit grosse Quantitäten von Flüssigkeit auszuscheiden.

Die *Lymphgefässe* der Drüsen bedürfen noch genauerer Erforschung. Für einzelne derselben (z. B. für den Hoden) ist ein typisches Capillarsystem nachgewiesen worden. Von den meisten neueren Autoren werden Bindegewebsspalten zwischen den einzelnen Drüsenformationen, welche sich durch Eintreiben von Injectionsmasse erfüllen lassen, als die ersten Anfänge der Lymphgefässe angesehen. Es steht jedoch mit Wahrscheinlichkeit zu erwarten, dass sich mit Hilfe vollkommenerer Methoden, als die dermalen zu Gebot stehenden, allenthalben werden geschlossene Netze von Lymphcapillaren nachweisen lassen.

Auch in Betreff des Verhaltens *der Nerven* im Inneren der Drüsen sind unsere Kenntnisse sehr mangelhaft. Wir wissen, dass in die meisten der grösseren Drüsen beträchtliche Mengen von Nervenfasern, theils markhaltigen, theils marklosen, eintreten. Ebenso ist bekannt, dass in einzelnen Drüsen grössere und kleinere Anhäufungen von Ganglienzellen entlang den Nervenzweigchen vorkommen. Ueber ihr schliessliches Verbleiben ist man jedoch noch ziemlich im Unklaren. Es ist von mehreren Seiten, insbesondere durch *Pflüger* ein ausgiebiger Zusammenhang der Nervenfaserenden mit den Secretionszellen der Drüsen behauptet worden, in der Weise, dass die feinsten Nervenfibrillen, ja selbst breitere, markhaltige Fasern in der Substanz der Drüsenzellen ihr Ende finden sollten. Von vielen anderen Autoren aber konnten diese Befunde nicht bestätigt werden. Wahrscheinlich ist, dass die Drüsennerven der grösseren Anzahl nach an die Blutgefässe herantreten, also eigentlich Gefässnerven sind. In einzelnen Drüsen sind Endigungen von markhaltigen Nervenfasern in *Pacini'schen* Körperchen nachgewiesen worden (*Krause*).

Nach den vorstehenden, allgemeinen Betrachtungen lassen wir die Beschreibung der einzelnen Abschnitte **des Verdauungsapparates** folgen. Derselbe besteht aus einer Summe von Organen, welche, wenn auch nach äusserer Form und Beschaffenheit, nach räumlicher Ausdehnung und nach individueller Leistung äusserst verschieden, sich doch zu der gemeinsamen Aufgabe vereinen, durch Zufuhr von Stoffen aus der Aussenwelt die Ernährung des Gesammtorganismus zu vermitteln.

Seine anatomische Grundlage bildet zunächst der *Verdauungskanal* (*Darmtrakt*), ein schlauchartiges Hohlgebilde, dessen Wandungen aus mehreren Gewebsschichten zusammengesetzt sind. Die innerste derselben, die *Schleimhaut*, übergeht am Anfangs- und Endtheile des Verdauungskanales unmittelbar in die äussere Bedeckung des Körpers und bildet der ganzen Länge nach ein ununterbrochenes Continuum; jedoch besitzt sie an den einzelnen Abschnitten besonders geartete Einrichtungen, an welche ganz bestimmte Leistungen des betreffenden Theiles des Darmtraktes gebunden sind.

Nebst der Schleimhaut bildet *die Muskulatur* einen hervorragenden, an keiner Stelle fehlenden Bestandtheil des Darmtraktes. Nur am Anfangstheile desselben, dem Mund und dem Rachen, sowie am untersten Ende, dem After, findet die Muskulatur Haftpunkte an den nachbarlichen Skelettheilen; im ganzen übrigen Bereiche bildet der Darmtrakt ein mehr weniger frei bewegliches Rohr, welches nur soweit mit den Leibeswänden zusammenhängt, als es die Versorgung mit Blut- und Lymphgefässen und mit Nerven erforderlich macht. Es ist sonach hier die Muskulatur zu einem geschlossenen Rohr geformt, welches in doppelter Schichte der Schleimhaut aussen aufgelagert ist. Beide werden durch das submucöse Bindegewebe an einander geknüpft. Die in der Bauchhöhle untergebrachten Abschnitte des Darmtraktes erhalten ausserdem noch eine *seröse Haut* (*das Peritoneum*) als äussersten Ueberzug.

Als *Anhangsgebilde* des Darmtraktes gehören ausserdem eine Reihe *von drüsigen Organen* — die *Mundspeicheldrüsen*, die *Bauchspeicheldrüse* und die *Leber* — dem Verdauungsapparate an. Indem sich ihre Ausführungsgänge in die Schleimhaut des Darmtraktes einpflanzen und an der freien Oberfläche derselben ausmünden, stehen die Hohlräume dieser Drüsen mit der Lichtung des Verdauungskanales in directer Verbindung.

1) Die Wandungen der Mundhöhle.

Die Schleimhaut, welche hier zunächst und vorzüglich in Betracht kommt, zeigt zwar im ganzen Bereiche der Mundhöhle dem Wesentlichen nach einen einheitlichen Bau; jedoch finden sich stellenweise bemerkenswerthe Modificationen desselben vor, in welchen die besondere, äussere Beschaffenheit bestimmter Abschnitte dieser Schleimhaut begründet ist.

Die *Tunica propria* besteht aus fibrillärem Bindegewebe, dessen ziemlich feine Faserbündel in verschiedensten Richtungen durch einander verflochten sind. Dazwischen erscheinen Züge zarter, elastischer Fasern in erheblichen Mengen. Gegen das Epithel zu wird dieser faserige Bau allmälig undeutlicher, indem sich die Fibrillenbündel nach und nach auflösen und ein äusserst feines Flechtwerk der zartesten Fäserchen entsteht, welches bei den gewöhnlich benützten Vergrösserungen kaum mehr wahrnehmbar ist. Hingegen treten hier die zelligen Bindegewebselemente klarer hervor, namentlich sind es die Zellkerne, welche an Durchschnitten gehärteter Präparate in grosser Zahl sichtbar werden. Die Oberfläche der Tunica propria erhebt sich zu zahlreichen, schlanken Papillen, welche je nach den verschiedenen Oertlichkeiten verschieden weit in die Epitheldecke hineinragen. Auch sie besitzen jenen äusserst zartfaserigen Bau, lassen aber nur sehr spärliche zellige Elemente erkennen.

Der Uebergang der Tunica propria in das *submucöse Bindegewebe* ist fast allenthalben ein ganz unmerklicher, so dass die Grenze dieser beiden Schichten meist nur ganz willkürlich gezogen werden kann. In geweblicher Hinsicht unterscheidet sich das letztere im Allgemeinen durch einen weit geringeren Gehalt an elastischen Fasern und durch grössere Breite der Bindegewebsbündel.

Das *Epithel* ist durchwegs ein geschichtetes Pflasterepithel in seiner reinen, typischen Form.

Die einzelnen Regionen der Schleimhaut unterscheiden sich von einander durch die Dickendimensionen der verschiedenen Schichten, durch die Höhe und Zahl der Papillen und durch die Beschaffenheit des submucösen Bindegewebes. Besonders hervorzuheben ist in dieser Beziehung, dass in der Region des Gaumens und insbesondere in dem hinteren Abschnitte des harten Gaumens die Mundschleimhaut

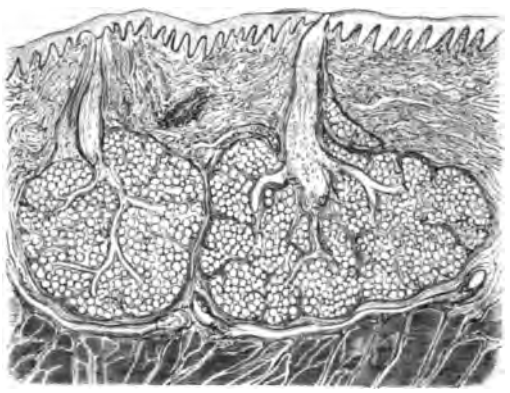
die grösste Dicke und zugleich die grösste Straffheit und Festigkeit besitzt, während hingegen die dünnsten Parthien in ihren verschiedenen Duplicaturen (Frenulum linguae, Plicae glossoepiglotticae, Arcus palatoglossus) zu suchen sind.

Die auffallende Derbheit der Schleimhaut am erstgenannten Orte, sowie auch in jenen ihrer Abschnitte, welche als Zahnfleisch bezeichnet werden, beruht vornehmlich in dem dichten Gefüge des submucösen Bindegewebes, welches mit dem unterliegenden Periost zu einer straffen Bindegewebsmasse verschmolzen ist. In den übrigen Regionen der Mundhöhlenwandung ist das submucöse Bindegewebe lockerer gewebt, wesshalb auch die Schleimhaut mehr oder weniger leicht von ihrer Unterlage abgehoben und in Falten gelegt werden kann. Eine besondere Dicke erreicht es überall dort, wo es drüsige Einlagerungen besitzt. An einzelnen Stellen, namentlich an den Lippen und am weichen Gaumen, wird das submucöse Bindegewebe von Bündeln quergestreifter Muskelfasern durchsetzt, welche zum Theile in ihm ihre Haftpunkte finden, zum Theil aber bis in die Tunica propria hineinziehen.

Die Papillen der Schleimhaut sind am stärksten an dem Lippenrande und dessen nächster Umgebung entwickelt. Sie erreichen hier eine Höhe von 0·5 Mm. und darüber und gehen nicht selten in eine doppelte Spitze aus (Zwillingspapillen). Durch eine auffallende Höhe der Papillen ist auch das Zahnfleisch ausgezeichnet. Sehr klein, mitunter ganz rudimentär, sind sie an den früher genannten Duplicaturen und zum Theile in der Gaumenregion. Mit der Höhe der Papillen geht auch die Dicke der Epitheliallage und die Anzahl ihrer Zellenschichten parallel. So wird denn die Epithelialschichte der Lippen von der Uebergangsstelle in die äussere Haut, am Rande des Lippenrothes, zuerst allmälig dicker, erreicht ihre grösste Stärke an dem hinteren Rande der Lippe und nimmt von da an über die hintere Fläche derselben sehr rasch wieder ab. Eine mittlere Dicke hält die Epithellage ein an den Backen, an dem harten Gaumen und an der vorderen Fläche des Gaumensegels, am dünnsten ist sie am Boden der Mundhöhle und an den Schleimhautduplicaturen. Uebrigens kommen in diesen Verhältnissen, insbesondere am harten Gaumen, nicht unbeträchtliche, individuelle Varietäten vor, indem hier in einzelnen Fällen auf grössere Strecken hin die Papillen völlig fehlen und die Tunica propria einen fast sehnenähnlichen Charakter annehmen kann; dabei ist auch die Stärke des Epithels ziemlich wechselnd.

Von Wichtigkeit sind die *drüsigen* Einlagerungen, welche an gewissen Stellen der Mundhöhlenwandung, ganz constant im submucösen Bindegewebe, ihren Sitz haben. Es sind dies die *sogen. Schleimdrüschen* der Mundhöhle (*Glandulae labiales, buccales, palatinae* und *molares*). Man findet sie als hirse- bis hanfkorngrosse, weisse, scharf umschriebene Knötchen, welche in etwas wechselnder Zahl an der hinteren Fläche der Unter- und Oberlippe, sowie an den Backen, am Gaumen und am Boden der Mundhöhle bei vorsichtigem Abpräpariren der Tunica propria, oder an Querschnitten gehärteter Objekte dem freien Auge leicht sichtbar werden. Bei einigen Individuen sind sie zu verhältnissmässig wenigen, dafür aber grösseren

Fig. 55.



Querdurchschnitt durch die Lippenschleimhaut eines erwachsenen Menschen. Der Schnitt hat zwei Schleimdrüschen mit ihren Ausführungsgängen getroffen. (Hartnack, Syst. II, Ocul. 2.)

Klümpchen zusammengeballt, bei anderen mehr zerstreut und um so kleiner. Die Mündungen ihrer Ausführungsgänge sieht man am besten am lebenden Menschen, beim einfachen Umstülpen der Lippe oder der Backe.

Mit Bezug auf ihre histologischen Verhältnisse müssen sie den acinösen Drüsen zugerechnet werden. Sie besitzen (Fig. 55) einen kurzen, meist etwas gebogen verlaufenden, verhältnissmässig weiten, an der Mündung wieder sich etwas verengernden Ausführungsgang, welcher sich rasch hinter einander in mehrere (4—6) grössere Aeste auflöst. Auf die Theilungsstelle fällt meist die grösste Erweiterung seines Lumens. Den Aesten selbst sitzen weiters kleinere Zweige

auf, welche entweder direkt mit kugeligen oder ellipsoidischen Auftreibungen enden oder sich vorher noch ein oder das anderemal zertheilen. Durch diese Verästigung wird gewöhnlich ein Theil des Hauptausführungsganges umwachsen, so dass seine Ramification fast bis gegen die Mitte der ganzen Drüse vorgerückt erscheint. Nicht selten findet es sich, dass eine kleine Gruppe von Acini mit einem engen, gemeinschaftlichen Gang, welcher eine Strecke weit neben dem Hauptausführungsgange verläuft, erst in den obersten Parthien der Schleimhaut sich in den letzteren ergiesst und so wie ein kleines accessorisches Drüschen erscheint (Fig. 55 an der grösseren Drüse rechts). —

Die Wandungen der Drüsenbläschen bestehen aus einer völlig strukturlosen Membrana propria, an deren inneren Fläche cylindrische, helle, fast homogen aussehende Zellen mit kleinen, oblongen Kernen aufsitzen. Das Lumen des Acinus erscheint bald enger, bald weiter, und übergeht in den verhältnissmässig engen Anfang des Ausführungsganges. Die letzteren besitzen ebenfalls kurz cylindrische Zellen in einfacher Schichte als Bekleidung, welche erst an dem obersten Ende des gemeinschaftlichen Ausführungsganges anderen Formationen Platz machen; es setzen sich nemlich in denselben hinein die platten Zellen des umgebenden, geschichteten Pflasterepitheliums auf eine kurze Strecke fort. Erwähnenswerth ist hier eine neuere Mittheilung *Lavdowsky's*, nach welcher sich die Beschaffenheit der Drüsenzellen während ihrer secretorischen Thätigkeit in charakteristischer Weise verändert. Es wird nämlich zunächst der Zellkern grösser und nimmt eine kugelige Gestalt an; hierauf verliert der Zellkörper seinen »schleimartigen« Charakter, die Zellen werden kleiner und körnig. In Folge dessen nimmt auch der ganze Acinus an Grösse ab.

Mit Bezug auf die *Verbindung* der Mundhöhlenschleimhaut mit den unterliegenden Gebilden ergeben sich nach den verschiedenen Abschnitten verschiedene Verhältnisse. Von dem harten Gaumen und dem Zahnfleische ist bereits berührt worden, dass die Submucosa mit dem Periost untrennbar verschmolzen ist. Dort, wo die Schleimhaut an einem scharf umgrenzten Muskelkörper (Boden der Mundhöhle) und an der Sublingualdrüse aufliegt, übergeht ihre locker gewebte Submucosa in die bindegewebige Umhüllung dieser Theile. An anderen Stellen, namentlich an den Lippen, wo die benachbarte Muskulatur theilweise ohne scharfe Umgrenzung in die Schleimhaut

übergeht, besteht ein sehr ausgiebiger Zusammenhang des submucösen mit dem intramusculären Bindegewebe.

Die *Blutgefässe* der Mundhöhlenschleimhaut, sowohl die Venen als die Arterien, ordnen sich zu zwei räumlich getrennten, flächenartig ausgebreiteten, über einander liegenden Netzen. Das tiefere, in der Submucosa gelegene, enthält die reichlich unter einander anastomosirenden Verästigungen der zu- und abführenden Gefässe. Von ihm aus dringen zahlreiche, feinere Gefässchen in die Tunica propria ein, aus denen sich durch reichliche dichotomische Theilungen und gegenseitige Anastomosen das oberflächlichere, feinere und engmaschigere Gefässnetz entwickelt. In beiden Netzwerken laufen venöse und arterielle Zweigchen ziemlich einander parallel. Aus dem oberflächlichen Gefässnetze treten feinste Zweigchen in die Papillen ein, wo sie, je nach der Grösse derselben, entweder förmliche Capillarnetze, oder einfache Schlingen formen. Die Untersuchung dieses Verhaltens setzt selbstverständlich gelungene Injection der Blutgefässe voraus, und ist es, wie bei allen Schleimhäuten, nicht zu unterlassen, sowohl senkrechte Durchschnitte als Flächenpräparate anzufertigen.

Auch die *Lymphgefässe* bilden weite, der Submucosa angehörige, und engmaschige, in der Tunica propria gelegene Netze, deren einzelne Gefässchen sich mit denen der Blutgefässnetze überkreuzen. Ob Lymphgefässe auch in die Schleimhautpapillen eindringen, ist noch zweifelhaft.

Die *Nerven* der Mundhöhlenschleimhaut bilden in der Submucosa mehr oder weniger dichte, mikroskopische Plexus, in welchen zahlreiche Theilungen der einzelnen Nervenfasern zu beobachten sind. Von hier aus zweigen sich zahlreiche, theils vereinzelte, theils zu kleinen Bündeln geordnete, immer noch markhaltige Fasern ab und strahlen unter weiteren, reichlichen Verästigungen gegen die oberflächlichen Schichten der Schleimhaut aus. Eine gewisse Anzahl von Nervenfasern tritt an die Papillen heran, um entweder an ihrer Basis oder in der Mitte ihrer Höhe, ja selbst nahe der Spitze in *Krause'schen Endkolben* sich einzupflanzen. Solche sind in den verschiedensten Bezirken der Mundhöhlenwandung nachgewiesen worden, am reichlichsten aber an den Lippen und an der Vorderfläche des Gaumensegels, in geringerer Zahl an der Wange und an dem Boden der Mundhöhle. Ob alle Nervenfasern in dieser Weise endigen, ist unbekannt. — Bei gewissen Amphibien ist durch *Billroth* ein feines, terminales Netzwerk beschrieben worden. — Nicht selten beobachtet

man, dass sich doppeltcontourirte Nervenfasern in den oberflächlichsten Schichten der Schleimhaut während ihres Verlaufes knäuelartig aufwickeln (*Gerber'sche Nervenknäuel*). Man hat darin fälschlich Nervenendapparate erblicken wollen.

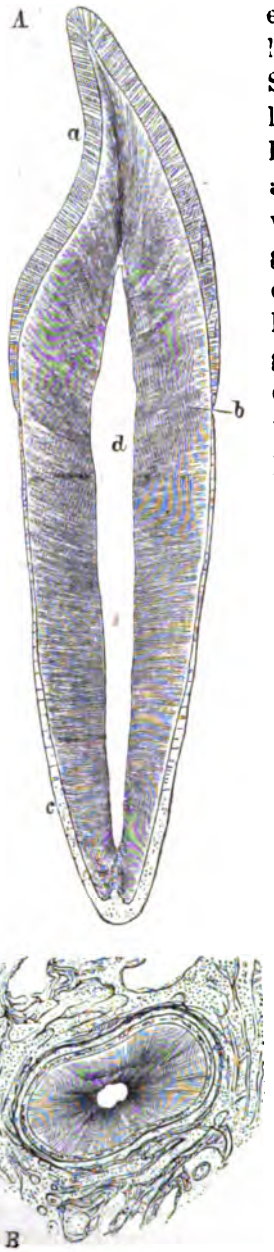
Die Untersuchung dieser Nervenausbreitungen ist sehr schwierig; am besten führt noch eine kurze Einwirkung verdünnter Natronlauge oder ein längeres (24—48 Stunden) Einlegen der abgelösten Schleimhaut in verdünnte (1—3%ige) Essigsäure zum Ziele. Auch noch viel stärkere Verdünnungen der letzteren leisten recht gute Dienste. Empfehlenswerth ist es, das Untersuchungsobjekt kleineren Säugethieren zu entnehmen.

2) Die Zähne.

Besieht man sich den Längsdurchschnitt eines menschlichen Zahnes, so erkennt man sofort die Zusammensetzung desselben aus verschiedenen Substanzen. Der Theil, welcher die Hauptmasse des Zahnes ausmacht und im Allgemeinen dessen Form bestimmt, ist das *Dentin* (*Zahnbein, Elfenbein* Fig. 56 A b), eine weisse, undurchsichtige, sehr harte und spröde Masse, welche deutlich eine gewisse, radiäre Streifung erkennen lässt. Das Dentin schliesst eine centrale Höhlung (d) ein, welche je nach der Form des Zahnes eine verschiedene Gestalt besitzt und im frischen Zustande eine weiche, röthliche Masse — *die Zahnpulpa* — beherbergt. In einwurzeligen Zähnen stellt die Pulpahöhle einen einfachen, langgestreckten Kanal dar, welcher an dem unteren Ende der Zahnwurzel mit einer feinen Oeffnung, der Eingangspforte für Blutgefässe und Nerven, mündet. In mehrwurzeligen Zähnen findet sich, dem Körper des Zahnes entsprechend, eine rundliche Höhlung, welche sich in jede einzelne Wurzel durch einen centralen Kanal fortsetzt.

An der Peripherie des Zahnes tritt das Dentin nirgends frei zu Tage; der Krone desselben entsprechend ist es durch den *Zahnschmelz* (*Email*) (a) völlig überlagert, welcher aus einer bläulichweiss durchscheinenden, das Zahnbein an Härte und Sprödigkeit noch weit übertreffenden Masse besteht. An der Wurzel erhält das letztere eine dünne Rinde aus einer knochenähnlichen Substanz, dem *Cement* (*Zahnkitt*). — Dem entsprechend gestaltet sich das Bild, welches man an Querschnitten, durch verschiedene Höhen des Zahnes geführt, erhält.

Fig. 56.



A Längsschliff eines menschl. Schneidezahnes. a Schmelz, b Zahnbein, c Cement, d Pulpahöhle.
B Querschliff durch den Wurzeltheil eines menschlichen Schneidezahnes sammt der umgebenden Wandung des Zahnfaches (7malige Vergrösserung.)

Die Entwicklungsgeschichte, sowie die eingehendere mikroskopische Untersuchung lehren uns, dass von den drei genannten Substanzen eine jede ihre besondere histologische Bedeutung besitzt, indem das Zahnbein aus einer bindegewebigen, der Schmelz aber aus einer epithelialen Anlage hervorgegangen ist, und das Cement, wenngleich auch dem Bindegewebe entstammend, doch sich in anderer Weise als das Zahnbein entwickelt hat. Es ist vollkommen gerechtfertigt, den menschlichen Zahn als eine colossale Schleimhautpapille zu betrachten, deren centraler Theil, als Zahnpulpa, weich geblieben ist, während ihre peripheren Parthien zum Zahnbein erhärtet sind und die epitheliale Decke sich in den Schmelz umgewandelt hat. Das Cement aber ist eine accessorische Bildung, welche aus dem Periost der entsprechenden Alveolarlücke herzuleiten ist*). Zur mikro-

*) Nicht in der ganzen Reihe der Wirbelthiere zeigt sich derselbe Charakter der Zähne. Die Schnabelthiere, sowie gewisse, niedrig organisirte Fische (Cyclostomen) besitzen sogen. Hornzähne d. h. der ganze Zahn ist nichts anderes, als eine verhornte Epithelmasse, ganz entsprechend anderen Horngebilden wie Haaren, Stacheln u. dgl., das Dentin fehlt ihnen vollständig. Aehnlich verhalten sich auch die sogen. Barten des Wallfisches. Von den Thieren, welche wahre, dentinhaltige Zähne besitzen, fehlt den meisten Edentaten der Schmelz und die Wurzeln, ebenso sind die Stosszähne der Elephanten und die Kaufläche der Schneidezähne bei Nagethieren, sowie die Zähne des Narwalles und gewisser Fische (Karpfen) frei von Schmelzüberzug, wenngleich sich bei den meisten dieser Thiere während der Entwicklungsperiode die Anlagen des Schmelzes vorfinden. Die zusammengesetzten Zähne der Elephanten, sowie die »schmelzfaltigen« Zähne der Wiederkäuer und Einhufer sind durch eine eigenthümliche Anordnung der verschiedenen Substanzen ausgezeichnet. Es sei noch erwähnt, dass die sogen. Placoidschuppen der

skopischen Untersuchung der ausgebildeten Zähne bedient man sich derselben Methoden, wie wir sie bei dem Knochen erwähnt haben. Anfertigung von dünnen Schliffen aus dem frischen oder getrockneten Zahn, oder Entkalkung mittelst Salzsäure, wodurch das Gewebe schnittfähig wird, Untersuchung von Längs- und Querschnitten sind unerlässliche Hülfsmittel.

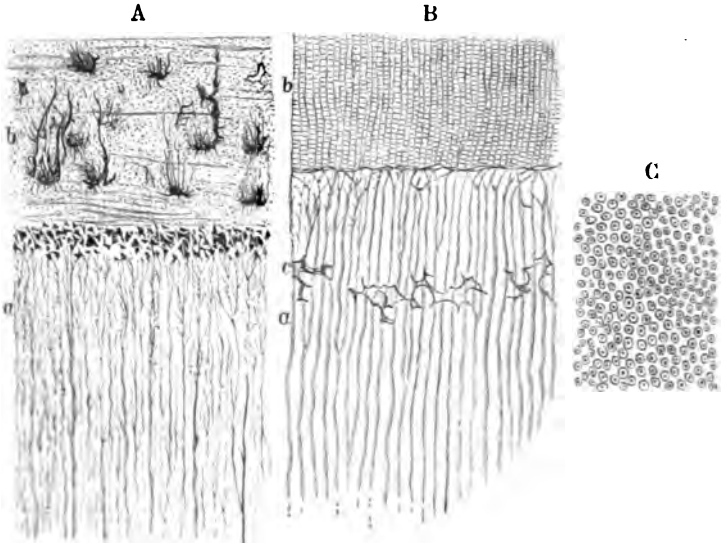
Das Dentin. Die völlig homogene Grundsubstanz desselben ist von zahlreichen, feinen Kanälchen — den *Zahnkanälchen* — durchzogen, welche mit ihrem centralen Ende in die Pulpahöhle ausmünden. An Quer-, wie an Längsschnitten des Zahnes zeigen sie deutlich eine radiäre Anordnung und einen leicht geschlängelten Verlauf. Während desselben zerspalten sie sich zum Theile gabelig, zum Theil aber gehen aus ihnen zahlreiche, feinste Zweigchen ab, welche mit ähnlichen der benachbarten Röhrchen oder mit diesen selbst zusammenfliessen. Besonders reichlich ist diese Verästigung in den peripheren Abschnitten des Zahnbeins, mit dem Unterschiede, dass im Bereiche der Zahnwurzel die feinen Zweigchen, in der Region der Zahnkrone aber die dichotomischen Theilungen vorwiegen (vergl. Fig. 57). In Folge dieses Verhaltens nimmt die Weite der Zahnkanälchen gegen die Peripherie zu bedeutend ab. Ueber ihre periphere Endigung ist noch nichts sicheres ermittelt worden. Mitunter gehen zwei benachbarte schlingenartig in einander über, meistens aber, und insbesondere im Bereiche der Wurzel, werden sie schliesslich so fein, dass sie sich der weiteren, sicheren Beobachtung entziehen. Diese wird noch erschwert durch das Vorkommen zahlreicher, unregelmässiger, kleiner Lücken (*Interglobularräume*), welche, im Wurzeltheile besonders dicht gedrängt, an der Grenze von Zahnbein und Cement sich vorfinden. Im frischen Zustande enthalten diese Lücken eine homogene, weiche Substanz, welche beim Trocknen des Präparates völlig verschrumpft und durch Luft ersetzt wird. Dies ist der Grund, warum sie in letzterem Falle schwarz erscheinen und der Untersuchung grosse Schwierigkeiten bereiten.

Selachier, den Untersuchungen *Hertwig's* zufolge, als den Zähnen vollkommen homologe Bildungen anzusehen sind, indem sich an ihnen alle Bestandtheile wahrer Zähne nachweisen lassen. Nicht minder sind die Bestandtheile des Hautskeletes anderer Fische (z. B. bei der Familie der Störe und der Welse) nach neueren Mittheilungen des genannten Forschers geweblich den Zahnbildungen anzureihen.

im Bereiche der Zahnkrone treten die Interglobularräume etwas seltener auf, sind aber stets grösser, eigenthümlich gezackt und etwas mehr gegen die Mitte des Zahnbeines zu eingelagert.

Wenn man das Zahnbein an Längsschliffen mit ganz schwachen Vergrösserungen überblickt, so gewahrt man häufig eine Anzahl von hell glänzenden Streifen in ihm, welche mit der Wandung der Pulpahöhle und auch unter sich parallel laufen. Es sind dies die sogen.

Fig. 57.



A Aus dem Längsschliff eines menschlichen Schneidezahnes (nahe der Wurzelspitze).
a Dentin, b Cement.
B Aus demselben Schliffe (Zahnkrone).
a Dentin, b Schmelz. Bei c die Interglobularräume.
C. Zahnkanälchen im Querdurchschnitt gesehen.
(Hartnack, Syst. VII. Ocul. 2.)

Schreger'schen Linien. Der Grund ihrer Erscheinung ist darin zu suchen, dass die stärkeren Biegungen der Zahnröhrchen*) sämmtlich nach derselben Seite zu gerichtet sind.

Hat man solche Stellen des Präparates in's Auge gefasst, wo die Zahnkanälchen im Querschnitt vorliegen, so zeigt sich der letztere

*) Genaue Angaben über die Krümmungen der Zahnröhrchen und deren Ursachen sind in den letzten Jahren durch *Kollmann* auf Grund ausgedehnter, vergleichend anatomischer Untersuchungen veröffentlicht worden.

regelmässig kreisrund und von einem scharfen, dunkeln Contour umgeben; der Mitte des Querschnittes entspricht am trockenen Präparate ein dunkler Punkt. Genauere Aufklärungen über die Wandungen der Zahnröhrchen erhält man durch die Untersuchung frischer Präparate und durch völlige Zerlegung der Zahnsubstanz mit Hülfe chemischer Mittel. Durch längere Einwirkung starker Mineralsäuren oder alkalischer Laugen, insbesondere bei höherer Temperatur, löst sich die Zahnbeinsubstanz auf und es bleibt eine weiche Masse zurück, welche sich bei mikroskopischer Untersuchung aus zahlreichen, äusserst dünnwandigen, strukturlosen Röhrchen bestehend erweist. Es hat sich gezeigt, dass diese — unter dem Namen der *Neumann'schen Zahnscheiden* bekannt — die unmittelbaren Wandungen der Zahnkanälchen darstellen, also ein Analogon der unter ähnlichen Verhältnissen isolirbaren und gegen den Einfluss von starken Säuren resistenten Wandungen der Knochenkörperchen bilden. Es wurde nun mehrseitig geglaubt, dass sie die Ursache des dunklen Contour's abgeben, welcher an Querschnitten der Zahnkanälchen erscheint. Dies ist jedoch, wie *Kölliker* hervorgehoben hat, durchaus nicht der Fall; derselbe ist vielmehr darin begründet, dass selbst an den dünnsten Schliffen die Zahnröhrchen in einer gewissen Länge erhalten sind, und bei ihrem welligen Verlaufe niemals genau in der optischen Axe des Linsensystemes sich erhalten können. Es decken sich in Folge dessen die hinter einander liegenden optischen Querschnitte niemals vollständig und dadurch wird der breite, dunkle Contour erzeugt. Die Zahnscheiden selbst sind an Querschnitten ziemlich schwer — am besten bei genauer Einstellung der oberen Schlifffläche — zu erkennen, und erscheinen dann als zarte, gelbliche Säume an der Umrandung der Zahnkanälchen. —

Die Lichtung der Zahnkanälchen ist durch eine weiche, homogene Substanz ausgefüllt, welche zuerst von *Tomes* beschrieben und dann von *Kölliker* eingehender untersucht und mit dem Namen der *Zahnfasern* belegt worden ist. Form und Verlauf derselben ist durch die Beschaffenheit und Anordnung der Zahnröhrchen gegeben. Sie lassen sich an frischen Zähnen, besonders nach Färbung mit Carmin, an Querschnitten der Zahnröhrchen leicht nachweisen; an getrockneten Präparaten entspricht ihnen der centrale, dunkle Punkt. Ihre morphologische Bedeutung lässt sich nur mit Berücksichtigung des Gewebes der Zahnpulpa richtig würdigen.

Die *Zahnpulpa,* welche die centrale Höhlung des Zahnes vollständig ausfüllt, besteht aus einem sehr weichen, gefäss- nnd nervenreichen Bindegewebe, welches nur eine leichte Andeutung fibrillärer Struktur, aber in reichlicher Menge formlose, mucinhaltige Zwischensubstanz und unregelmässig gestaltete, hie und da verästigte Zellen enthält. Die oberflächlichste Schichte der Zahnpulpa (für sie ist auch der Name *Membrana eboris* in Gebrauch) wird durch eine Lage länglicher, mit mehrfachen Fortsätzen versehener, membranloser, kernhaltiger Zellen gebildet, deren Anordnung einigermassen an die eines einschichtigen Epithels erinnert. Sie sind bereits von *Schwann* entdeckt, von *Waldeyer* mit dem Namen der *Odontoblasten* bezeichnet worden. Von ihren Fortsätzen gehen einige seitwärts zu ab, und stehen mit denen der benachbarten Odontoblasten in Verbindung; andere, die sogen. *Pulpafortsätze* sind centralwärts gerichtet und hängen mit den Bindesubstanzzellen des Pulpagewebes zusammen. Eine ungleich grössere Wichtigkeit nehmen die nach der Peripherie hin gerichteten Ausläufer der Odontoblasten in Anspruch. Es sind deren bald einer, bald aber zwei bis drei und noch mehr, welche aus einer Zelle ihren Ursprung nehmen, sich verästigen und unter einander netzartige Anastomosen bilden. Sie dringen schliesslich in die Zahnröhrchen des Dentins ein und stellen daselbst die oben erwähnten Zahnfasern dar. Es kann also kein Zweifel bestehen, dass die letzteren protoplasmatischer Natur sind und als Homologa der Knochenzellen betrachtet werden müssen. Nicht unerwähnt darf bleiben, dass die Zahnpulpa in den Zähnen älterer Personen eine regressive Metamorphose eingeht und dann gewöhnlich als ein dünner, ziemlich derber Strang erscheint.

Durch die Spitze der Zahnwurzel eindringende *Blutgefässe* lösen sich alsbald in ein sehr dichtes, engmaschiges Capillarnetz auf, welches in dem Bereich der Pulpa völlig abgeschlossen ist und in die Hartgebilde des Zahnes nicht übergeht. Nur bei einigen Fischen (z. B. den Hechtarten) dringen die Ausläufer der Pulpagefässe mit gabeligen Theilungen in das Zahnbein ein, ohne jedoch die ganze Dicke desselben zu durchsetzen (man spricht in diesem Falle von einem *Vasodentin*).

Die *Nerven* der Zahnpulpa sind sehr zahlreich und steigen, zu mehreren Bündeln markhaltiger Fasern geordnet, durch das Pulpagewebe in die Höhe. Aus ihnen gehen, wie wir nach den Untersuchungen *Boll's* wissen, allmälig eine grosse Anzahl feinster, mark-

loser Fasern hervor, welche sich häufig dichotomisch zertheilen, fast geradlinig, ohne Anastomosen weiter verlaufen, aber unter der Membrana eboris ein äusserst dichtes, zartes Netzwerk formen, aus welchem zahlreiche Fäserchen zwischen die Odontoblasten eindringen. Ob sie bis in die Zahnröhrchen selbst sich fortsetzen, ist nicht erwiesen, doch findet es *Boll* sehr wahrscheinlich.

Die Untersuchung der Zahnpulpa geschieht am besten an den Schneidezähnen jüngerer Nagethiere, welche in einem Schraubstock zertrümmert werden, worauf sich die Pulpa leicht in toto gewinnen lässt; nur die Membrana eboris bleibt gewöhnlich am Dentin hängen. Zur Verfolgung der Nerven empfiehlt *Boll* eine einstündige Einwirkung sehr verdünnter ($^1/_{32}$%) Chromsäure.

Der *Zahnschmelz* ist aus langen und schmalen, sechsseitigen Fasern, den sogen. *Schmelzprismen* zusammengesetzt, welche manchmal gerade gestreckt, häufig aber auch leicht gebogen, in ähnlich radiärer Weise, wie die Zahnröhrchen geordnet sind. Sie sind an Schliffen ausgebildeter Zähne gewöhnlich nur schwer vollkommen zu übersehen, lassen sich aber durch verdünnte Salzsäure isolirt erhalten. Sie zeigen dann, noch deutlicher als an Schliffpräparaten, ein quergebändertes Ansehen, dessen Ursache bis jetzt noch nicht sichergestellt werden konnte. Wenn auch die meisten dieser Schmelzprismen von der Dentingrenze bis an die Oberfläche des Zahnes in einer und derselben Richtung verlaufen, so findet man doch häufig, am auffallendsten an Längsschliffen, dass sich einzelne Gruppen von ihnen gegenseitig überkreuzen, so dass ein eigenthümliches, schon dem freien Auge wahrnehmbares, streifiges Aussehen des Schmelzes entsteht, indem an solchen Stellen Quer- und Längsschnitte von Schmelzprismen untereinander abwechseln. Nicht selten auch findet man in den peripheren Parthien des Schmelzes schmale, spaltenartige Lücken, welche zwischen den einzelnen Prismen von Strecke zu Strecke auftreten. Im Uebrigen haften die letzteren sehr innig und ohne nachweisbare Zwischensubstanz aneinander. Die äussere Oberfläche des Schmelzes wird nicht von den Enden der Schmelzprismen selbst gebildet, sondern von einer sehr dünnen aber äusserst harten und spröden, strukturlosen Membran, dem *Schmelzoberhäutchen*, welche den ersteren innig anhaftet. Es ist insbesondere durch seine grosse Widerstandsfähigkeit gegen die stärksten chemischen Eingriffe ausgezeichnet.

Das Cement erweist sich bei der mikroskopischen und chemi-

schen Untersuchung als eine wenig modificirte Knochensubstanz (Fig. 57 A b). Seine Grundsubstanz zeigt häufig einen undeutlich lamellösen Bau, manchmal aber auch, und an der Stelle, wo es am dünnsten ist immer, eine fast homogene Beschaffenheit. In ihr sind Lücken ausgegraben, ähnlich den Knochenkörperchen, doch unterscheiden sie sich von diesen durch eine unregelmässigere Form und häufig durch bedeutendere Grösse; nicht selten sind sie stark in die Länge gezogen, halbmondförmig gebogen oder sogar winklig abgeknickt. Ihre Ausläufer sind sehr zahlreich und von besonderer Länge. Ihre Anzahl nimmt von der Basis gegen die Spitze der Zahnwurzel hin in auffallender Weise zu. In dem der Krone zunächst liegenden Abschnitte fehlen sie gänzlich. Auch *Havers'sche* Kanälchen finden sich bei älteren Individuen regelmässig vor, jedoch zeigen sie selten eine ausgeprägte Entwicklung des Lamellensystemes. Nach einer Mittheilung *Salter's* kommt es in einzelnen Fällen vor, dass sie das Zahnbein durchbrechen und sich in die Pulpahöhle öffnen. Bei jugendlichen Individuen scheinen sie völlig zu fehlen.

Die **Entwicklung der Zähne.** Dieser hoch interessante und seit den meisterhaften Untersuchungen *Waldeyer's* in seinen wesentlichsten Punkten klargelegte Vorgang kann hier nur ganz kurz berührt werden. Die erste Einleitung zur Zahnbildung fällt in eine sehr frühe Zeit des embryonalen Lebens — beim Menschen in das Ende des zweiten Monates — und besteht in einer beträchtlichen Wucherung der Schleimhautelemente entlang den beiden Kiefern. Die dadurch erzeugte, an den Rändern der letzteren fortlaufende Leiste wird als *Kieferwall* bezeichnet. Bald bemerkt man, dass der Kieferwall seiner ganzen Länge nach eine seichte Furche — die *Zahnfurche* — enthält, zu deren Seiten sich die Schleimhaut lippenartig erhebt — *Zahnwälle.* — An senkrechten Durchschnitten zeigt sich schon kurze Zeit nachher, dass im ganzen Bereich der Zahnfurche eine lebhafte Wucherung des Epithellagers erfolgt ist, welche nicht nur die Zahnfurche ausgleicht und sich auf die Zahnwälle fortpflanzt, sondern auch in das unterliegende Bindegewebsstratum hineingreift. Es bildet sich so ein platter, epithelialer Streif, welcher bis auf eine gewisse Tiefe in das Bindegewebe hinein fortwächst, und durch weitere Neubildung von epithelialen Zellen in seinen tiefsten Parthien sich mehr und mehr verdickt; es ist dies der sogen. *Schmelzkeim.* Auf Querschnitten besehen macht er den Eindruck,

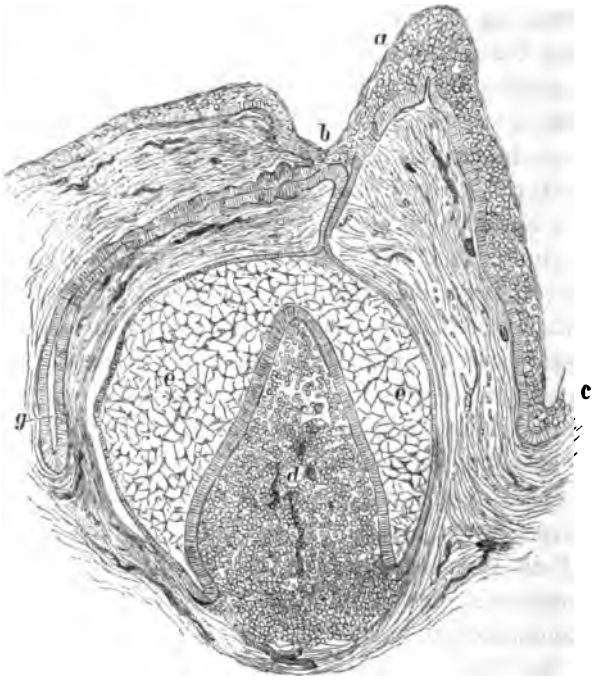
als ob eine kugelige Epithelmasse, welche im Bindegewebe vergraben ist, durch einen Stiel mit dem Oberflächenepithel in Verbindung stände. Es ist jedoch sichergestellt, dass der Schmelzkeim eine für sämmtliche Zähne eines Kiefers bestimmte, gemeinschaftliche und fortlaufende Anlage darstellt. Erst später zerfällt er in einzelne, für jeden Zahn gesonderte Abtheilungen, nämlich dann, wenn sich im Laufe des dritten Schwangerschaftsmonates die *Zahnpapillen*, der Mutterboden des Zahnbeins, aus dem Schleimhautgewebe herausgeformt haben. Es entstehen nämlich von Strecke zu Strecke — wo sich eben ein Milchzahn bilden soll, discrete, kugelige Lager von Bindegewebe, welche, indem sie sich langsam vergrössern, gegen den Schmelzkeim und in ihn hinein wachsen, so dass eine jede dieser Zahnpapillen von dem Schmelzkeim, wie von einem Hut, bedeckt wird. Diese einzelnen Abtheilungen des Schmelzkeimes werden von nun an *Schmelzorgan* (*Purkinje*) genannt. Die epithelialen Elemente des Schmelzorganes sind zu dieser Zeit nicht alle von derselben Beschaffenheit. Diejenigen, welche der Zahnpapille unmittelbar aufsitzen, zeigen eine exquisite, langgestreckte Cylinderform, während sie an der Peripherie mehr cubisch, ja fast abgeplattet erscheinen. Die sämmtlichen in dem Centrum des Schmelzorganes gelegenen Zellen sind rundlich oder polyedrisch.

Bald beobachtet man indessen eine eigenthümliche Veränderung der letztgenannten Zellen; sie verlieren ihr granulirtes Aussehen und schicken nach verschiedenen Seiten hin verästigte Fortsätze aus, welche mit denen der benachbarten Zellen zusammenfliessen und so ein eigenthümliches Netzwerk formen, welches dem äusseren Ansehen nach mit dem Reticulum des adenoiden Gewebes die grösste Aehnlichkeit besitzt (Vergl. Fig. 58 e). In den Maschen dieses Netzwerkes ist eine schleimige Flüssigkeit angesammelt. In Folge dieses Vorganges hat das Schmelzorgan eine ganz veränderte Beschaffenheit erlangt; es stellt gewissermassen eine Blase dar, deren Wandung, von den unverändert gebliebenen Epithelzellen gebildet, noch immer durch einen epithelialen Strang mit dem Epithel der Zahnfurche in Verbindung steht; ihre Höhlung ist durch die erwähnte, eigenthümliche, lockere Gewebsform (*Schmelzpulpa* genannt) ausgefüllt. Von unten her erscheint diese Blase durch die stark in die Länge gezogene Zahnpapille eingestülpt (Vergl. Fig. 58 d).

Da nun im Laufe dieser Veränderungen das Bindegewebe, welches in der unmittelbaren Umgebung liegt, sich etwas verdichtet hat und

gleichsam eine Kapsel um die ganze Zahnanlage formt, so gelingt es von dem vierten Embryonalmonate an, die letztere in Gestalt eines kugelähnlichen Gebildes frei zu legen und auszuschälen. Dies sind die sogenannten *Zahnsäckchen*, welche man früher für ganz selbständige, genau abgegrenzte Bildungen hielt. Die Wandzellen des Schmelzorganes wurden als Epithel des Zahnsäckchens bezeichnet,

Fig. 58.



Senkrechter Durchschnitt durch eine Schneidezahn-Anlage (fünfmonatlicher, menschlicher Embryo).

a Zahnwall, b Zahnfurche, c Uebergang der Schleimhaut auf die Lippe, d Zahnpapille, e Schmelzpulpa, f Ueberrest der Verbindung des Schmelzorganes mit dem Mundhöhlenepithel, g Schmelzkeim des bleibenden Zahnes. (Hartnack, Syst. V. Ocul. 2.)

und dabei zwischen *innerem* und *äusserem* Epithel unterschieden: dem ersteren, welches auch *Schmelzhaut* (*Membrana adamantinae*) genannt wird, entsprechen die langen, cylindrischen Zellen, welche mit der Zahnpapille eingestülpt worden sind, dem letzteren die kurzen, cubischen Zellen, welche die Schmelzpulpa von aussen her umhüllen.

Die Bildung der verschiedenen Substanzen des Zahnes geht

nun in folgender Weise vor sich. Der Zahnschmelz geht aus den Zellen der Schmelzhaut hervor, so dass jede einzelne Zelle die Entstehung eines Schmelzprisma's vermittelt. Nach *Schwann, Tomes, Waldeyer* und Anderen geschieht dies durch directe Verkalkung der Zellen der Schmelzhaut, nach *Kölliker* durch eine verkalkende Ausscheidung derselben. Bevor noch dieser Prozess begonnen hat, ist bereits ein Theil des Zahnbeines fertig gebildet und umgibt in Gestalt einer tiefen Schale — *Zahnscherbchen* — die Kuppe der Zahnpapille.

Die Einleitung zur ersten Entwicklung des Zahnbeines ist in dem Auftreten der Odontoblasten zu suchen, welche ihrerseits aus den Bindesubstanzzellen der Papille hervorgegangen sind und sich an der Oberfläche der letzteren epithelartig aneinandergereiht haben. Indem sie von ihren freien Enden aus lange Fortsätze aussenden, geben sie zunächst zur Bildung der Zahnfasern Veranlassung. Die Grundsubstanz des Zahnbeines selbst entsteht nun ebenfalls durch ihre Vermittlung und zwar, wie *Waldeyer* annimmt, durch »chemische und formelle« Umwandlung der Odontoblasten, nach der Anschauung *Kölliker's* aber durch Ausscheidung einer erhärtenden Flüssigkeit von Seite der letzteren. Man sieht, dass sich bezüglich beider dieser Zahnsubstanzen genau dieselbe Controverse wiederholt, von welcher wir schon bei der Entwicklung der Bindesubstanzen im Allgemeinen Erwähnung zu thun Gelegenheit hatten.

Das Cement entsteht, ganz wie gewöhnlicher Knochen, aus dem Alveolarperiost, aber erst nachdem die Krone des Zahnes fertig geformt und die Wurzel sich herauszubilden begonnen hat, d. i. kurz vor dem Durchbruch des Zahnes.

Das Schmelzoberhäutchen bildet sich nach *Waldeyer* durch Verhornung der Zellen der Schmelzpulpa, nach *Kölliker* aber, nach Art der Cuticularbildungen bei niederen Thieren, aus einer ursprünglich flüssigen, später erhärtenden Ausscheidung der Schmelzzellen.

Die Zahnpulpa ist nichts anderes, als der Rest der Zahnpapille, welche sich, sobald der Zahn eine gewisse Stufe der Ausbildung erlangt hat, allmälig verkleinert *).

*) Gewisse Vorkommnisse an den ausgebildeten Zähnen finden in dem Modus der Entwicklung ihre Erklärung. Hierher gehören die sogen. *Owen'schen* Contourlinien; es sind dies mehrere, unter einander und mit dem äusseren Contour der Zahnkrone parallel laufende Linien, welche im Zahnbein an Längsschliffen mehr oder weniger deutlich hervortreten. Sie werden durch die schichtenweise Entstehung des Zahnbeines erklärt und sind nicht zu verwechseln

Die bleibenden Zähne entwickeln sich genau in derselben Weise, wie die Milchzähne; ihr Schmelzkeim ist schon in der embryonalen Anlage vorbereitet, indem sich nach einwärts von dem der Milchzähne ein abgesonderter Epithelialfortsatz in die bindegewebige Grundlage hineinerstreckt (Fig. 58 g). Dieser beginnt seine weitere Entwicklung aber erst dann, wenn mit dem Auftreten neuer Zahnpapillen die Bildung der bleibenden Zähne eingeleitet wird.

3) Die Zunge.

Die *Schleimhaut* der Zunge ist, als ein Bestandtheil der Mundhöhlenschleimhaut, mit Bezug auf das histologische Detail ganz ähnlich gebaut wie diese, unterscheidet sich aber durch die Gestaltung ihrer Oberfläche in auffallendster Weise. Während an den Wandungen der Mundhöhle die Schleimhautoberfläche durchwegs ganz glatt und eben ist, finden wir eine solche Beschaffenheit an der Zunge nur entsprechend ihrer unteren Fläche. Hier zeigt sich denn auch eine vollkommene Uebereinstimmung in dem mikroskopischen Verhalten. Der Rücken der Zunge aber besitzt eine mehr weniger rauhe, filzähnliche Beschaffenheit, welche durch zahlreiche, dicht gedrängte, makroskopisch sichtbare Erhebungen der Schleimhaut — die *Zungenpapillen* — begründet ist. An dem hinteren Abschnitte der Zunge — dem Zungengrund — fehlen zwar die Zungenpapillen, jedoch treten hier vielfache, hirse- bis hanfkorngrosse, flachgewölbte Erhabenheiten auf, welche den *Zungenbalgdrüsen* entsprechen. Die Seitenränder der Zunge sind zum Theil mit Zungenpapillen besetzt, welche hier häufig eine reihenweise Anordnung zeigen, nach rückwärts zu aber durch mehr weniger entwickelte, leistenartige Erhabenheiten ersetzt werden (die sogen. *Fimbriae linguae* s. *Papilla foliata*).

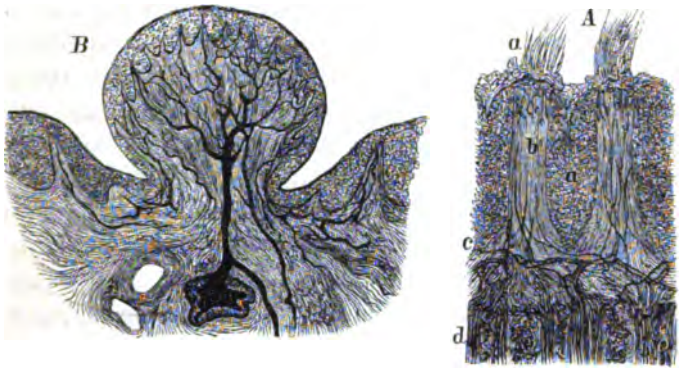
Die *Zungenpapillen* unterscheiden sich von gewöhnlichen Schleimhautpapillen nicht nur durch viel bedeutendere Grösse, sondern auch durch ihre complicirtere Zusammensetzung. Sie stellen verschieden geformte Erhabenheiten der Tunica propria dar, welche ihrerseits

mit den früher erwähnten *Schreger'schen* Linien. Eine ähnliche Streifung, jedoch mit hellbrauner Farbe, ist auf Durchschnitten des Schmelzes zu beobachten (*bräunliche Parallelstreifen von Retzius*) und in derselben Weise zu erklären.

mit gewöhnlichen Schleimhautpapillen — hier *secundäre Papillen* genannt — besetzt sind. Je nach ihrer Gestalt, nach der Anordnung der secundären Papillen und nach dem Verhalten des Epithelialüberzuges unterscheidet man drei verschiedene Typen der Zungenpapillen, welche allerdings noch verschiedene Mittelformen zwischen sich haben können.

Bei den *Papillae filiformes* (fadenförmige Papillen) besitzt der bindegewebige Antheil eine ziemlich regelmässig cylindrische Form, eine Höhe von 0·3—1 Mm. und eine durchschnittliche Breite von 0·1—0·3 Mm. An seiner Spitze lauft er in eine Anzahl sehr feiner,

Fig. 59.



A Zwei fadenförmige Papillen aus dem vorderen Theile der menschlichen Zunge. a Epithelschichte, b Körper der Papille mit den aufsitzenden secundären Papillen, c Tunica propria der Schleimhaut, d oberflächlichster Theil des Zungenfleisches. (Frontaler Durchschnitt).
B Durchschnitt durch eine Papilla fungiformis der menschlichen Zunge. (Hartnack, Syst. IV. Ocul. 2.)

secundärer Papillen aus (Fig. 59 A). Die Epithelialbekleidung, wie in dem ganzen Bereich der Zungenschleimhaut, ein geschichtetes Pflasterepithelium, erhebt sich entsprechend einer jeden Papilla filiformis zu einem Aufsatz, welcher in der Regel in mehrere dünne, fadenförmige Ausläufer übergeht. Was diese letzteren betrifft, so sind sie ausschliesslich aus dicht an einander gefügten, schüppchenartigen Epithelzellen zusammengesetzt, welche sich aus den obersten Epithellagen erheben. Sie besitzen entweder eine ganz glatte Oberfläche oder erscheinen mehr weniger aufgefasert. In allen Fällen ist es nöthig, zu ihrer genaueren Erforschung eine kurze Einwirkung verdünnter Essigsäure oder stark verdünnter Natronlauge zu Hilfe

zu nehmen, wodurch die einzelnen Zellen aufquellen und ihre Grenzen leichter sichtbar werden. Ganz gewöhnlich haften diesen fadenförmigen Anhängen die Keimlager eines Pilzes (Leptothrix buccalis) in Gestalt einer feinkörnigen Masse ringsum an, aus welcher man nicht selten die feinen Sporenfäden sich erheben sieht.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass die Oberfläche des Zungenrückens, je nach Alter und Individualität, ein sehr verschiedenartiges, makroskopisches Aussehen besitzt. Es rührt dies von zahlreichen Variationen in der Entwicklung des Epithelialüberzuges her. Derselbe ist bald sehr mächtig ausgebildet, seine fadenartigen Anhänge zahlreich und lang, bald aber (insbesondere bei Kindern) verhältnissmässig dünn, wobei die Papillen als einfache, stumpfe, nur wenig oder kaum über die Oberfläche vorragende Höckerchen erscheinen. Aber nicht nur bei verschiedenen Individuen, sondern auch an einer und derselben Zunge gibt es zahlreiche Varianten in der Form der fadenförmigen Papillen. An der Spitze und an den Seitenrändern der Zunge sind sie stets kleiner, die fadenförmigen Epithelanhänge fehlend oder nur rudimentär; gegen die Mitte des Zungenrückens werden sie allmälig grösser und dichter gedrängt und erreichen ihre stärkste Entwicklung in dem Winkel, welcher durch die Papillae vallatae begrenzt ist. Der gelegentlich, unter ganz normalen Verhältnissen vorkommende Befund eines scharf umschriebenen, gewöhnlich ovalen, etwas prominirenden, weissen Fleckens in der Mitte des Zungenrückens ist in einer aussergewöhnlichen Grössenentwicklung der fadenförmigen Papillen in allen ihren Theilen begründet; man kann in diesen Fällen eine Länge der Papillen bis zu 5 Mm. und darüber constatiren. Der bekannte, insbesonders bei Verdauungsstörungen auftretende, weisse Zungenbelag beruht auf einer stärkeren Wucherung der fadenförmigen Epithelanhänge, verbunden mit reichlicher Entwicklung des oben erwähnten Pilzes.

Die Papillae fungiformes seu clavatae (pilz- oder keulenförmige Papillen zeigen eine halbkugelige oder ellipsoidische Form und sitzen in der Regel mit einer halsartigen Einschnürung der Schleimhaut auf, wesshalb sie wohl auch mit gewissen Pilzformen einige Aehnlichkeit besitzen (Fig. 59 B). Ihr Schleimhautantheil erreicht eine Höhe von 0·5—1·5 Mm. bei einem Querdurchmesser, welcher entweder der Höhe gleichkommt oder um wenig grösser oder kleiner sein kann. Er ist in dem grössten Theile seines Umfanges mit secundären Papillen besetzt, welche hier verhältnissmässig kürzer

und breiter als an den Papillae filiformes gefunden werden. Ihr Epithelialüberzug ist gewöhnlich ganz glatt und eben, ohne die Spur von fadenförmigen Anhängen; da er ausserdem ziemlich dünn ist, so scheint der blutgefässreiche Bindegewebskörper mit röthlicher Farbe durch. Uebrigens kommen gewisse Abweichungen von dieser typischen Form nicht selten vor, indem einerseits der Körper der Papille cylinderähnlich wird, ohne dass eine halsartige Einschnürung bemerkbar würde, andererseits aber auch der Epithelialüberzug eine ähnliche Beschaffenheit annehmen kann, wie bei den Papille filiformes. Doch sind die Epithelanhänge niemals sehr zahlreich und meistens ziemlich breit und kurz. Solche Papillen hat man als *Papillae conicae* besonders unterschieden.

Fig. 60.

Senkrechter Durchschnitt durch eine Papilla circumvallata der menschlichen Zunge, bei * in der seitlichen Furche enthält das Epithel zahlreiche Geschmacksknospen. Am Grunde der Furche ist die Mündung des Ausführungsganges einer Schleimdrüse zu sehen. (Hartnack, Syst. IV. Ocul. 2.)

Die Verbreitung der pilzförmigen Papillen ist eine ziemlich regellose, nicht bei allen Individuen ganz gleichförmige. Sie sind am Zungenrücken, und zwar vorwiegend an dessen seitlichen Parthien, zwischen die fadenförmigen Papillen bald spärlicher, bald reichlicher eingestreut, im Ganzen nach vorne zu kleiner, in der Gegend der umwallten Papillen grösser.

Die *Papillae circumvallatae s. truncatae* (umwallte Papillen) sind kurz cylindrische, 1—1·5 Mm. hohe und 1—3 Mm. breite Erhebungen der Schleimhaut, welche ringsum von einem leisten- oder wallartigen Schleimhautsaume umgeben sind; zwischen dem letzteren und der Seitenfläche der Papille findet sich eine, bald tiefere, bald seichtere, kreisförmige Furche (Fig. 60). Der Körper der Papille

ist im Ganzen aus demselben fein fibrillirten Bindegewebe geformt, wie die übrigen Papillen, jedoch treten in ihm reichliche derbere, verästigte und netzartig geordnete Faserbündel auf, welche sich insbesondere nach Carmintinction deutlich hervorheben. (Aehnliche Formationen gewahrt man übrigens, wenngleich nicht so scharf ausgeprägt, auch in den Papillae fungiformes). Die secundären Papillen sitzen ausschliesslich der oberen, ebenen Fläche der umwallten Papillen auf, die ganze seitliche Circumferenz bleibt davon stets vollkommen frei. Der Epithelialüberzug ist allenthalben glatt und eben und bietet bezüglich der oberen Fläche der Papille nichts Bemerkenswerthes. An der seitlichen Circumferenz erlangt er aber eine besondere Bedeutung dadurch, dass die Endapparate des Geschmacksnerven (*die Geschmacksknospen*) in ihm eingebettet sind.

Dieselben erscheinen an Durchschnittspräparaten schon bei ziemlich schwachen Vergrösserungen als knospenähnliche, senkrecht zur Epitheloberfläche gestellte Gebilde (Fig. 60*), welche sich wegen ihrer grösseren Durchsichtigkeit und wegen der eigenthümlichen Anordnung ihrer zelligen Elemente ziemlich scharf von dem umgebenden Epithel abheben. Die Zahl derselben variirt bei verschiedenen Individuen nicht unerheblich und häufig (jedoch nicht constant) sind sie auch an der der Papille zugewendeten Seite des umgebenden Schleimhautwalles zu finden. Das Nähere darüber siehe unten. (Seite 363).

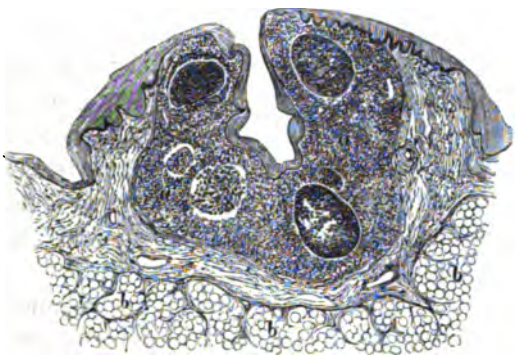
Der Standort der umwallten Papillen ist bekannt, ebenso, dass sie ihrer Zahl und Grösse nach nicht unbedeutenden, individuellen Schwankungen unterliegen. Bezüglich ihrer Formverhältnisse sei hervorgehoben, dass nicht selten eine Papille von einer seichteren oder tieferen Furche durchschnitten ist, so dass es mitunter zu einer vollständigen Zerspaltung derselben kommt, wo dann zwei Papillen von einem Schleimhautwalle umgeben zu sein scheinen. Ebenso häufig kommt es vor, dass der letztere mehrfach unterbrochen oder nur rudimentär entwickelt ist, oder dass die Einsenkung zwischen ihm und der Papille stellenweise kaum angedeutet ist. Diese und ähnliche, schon mit freiem Auge leicht erkennbare Formvarietäten müssen natürlich auch bei der mikroskopischen Untersuchung berücksichtigt werden.

Die *Papillae foliatae* (Fimbriae linguae s. columnae rugarum) bestehen aus mehreren, zu den Zungenrändern senkrecht gestellten, bei verschiedenen Individuen verschieden deutlich, bei manchen Thieren

(Kaninchen) besonders ausgezeichnet entwickelten Schleimhautleisten, zwischen denen einzelne pilzförmige Papillen eingestreut liegen. Sie haben wegen ihres Gehaltes an Geschmacksknospen neuerdings ein grösseres Interesse in Anspruch genommen.

Die Zungenbalgdrüsen. Sie sind keineswegs Drüsen im wahren Sinne des Wortes, sondern flache Erhebungen der Schleimhaut, welche durch umschriebene Einlagerungen von adenoidem Gewebe in die Tunica propria bedingt sind. Man hatte sie ehedem zu den Drüsen gerechnet, weil sie grösstentheils eine, an ihrer Kuppe ausmündende, grössere oder kleinere Höhlung in sich schliessen. Die Untersuchung dieser Gebilde an senkrechten Durchschnitten zeigt

Fig. 61.



Senkrechter Durchschnitt durch die Mitte einer Zungenbalgdrüse des Menschen. a Adenoides Gewebe mit mehreren, scharf umgrenzten Follikeln, b Schleimdrüsen. (Vergrösserung 40fach.)

Folgendes: Das adenoide Gewebe ist in Form einer annähernd kugelähnlichen, zusammenhängenden Masse in den obersten Schichten der Tunica propria eingebettet. Es ist in manchen Fällen völlig gleichförmig ausgebreitet, meistentheils jedoch bemerkt man einzelne, bald grössere, bald kleinere, follikelähnliche Gebilde deutlich aus der diffusen Masse hervortreten. Eine constante Lagerung oder Gruppirung derselben lässt sich durchaus nicht erweisen. Das umliegende fibrilläre Bindegewebe ist am Grunde und an der Seite dieser adenoiden Gewebseinlagerungen gewöhnlich etwas fester gewebt, so dass es eine Art von Kapsel um dieselbe herzustellen scheint; mitunter fehlt eine solche gänzlich, niemals aber beobachtet man

einen allmäligen Uebergang der beiden benachbarten Gewebsformen. Nach oben zu reicht das adenoide Gewebe fast bis unmittelbar unter das Epithel, so dass die Schleimhautpapillen entweder völlig verschwinden oder nur klein und spärlich anzutreffen sind. Ist der Durchschnitt genau in der Mitte der Balgdrüse geführt worden, so dass die centrale Höhlung und deren freie Ausmündung in ihn hineinfallen, so sieht man, dass das geschichtete Pflasterepithel ohne merkliche Veränderung seiner Beschaffenheit sich in die Höhlung einsenkt und sie völlig auskleidet. Die letztere selbst erscheint entweder als eine kurze, blindsackförmige Einsenkung oder sie ist an ihrem Grunde mehr oder weniger ausgeweitet. Meistens findet man in ihr geronnenen Schleim mit abgestossenen Epithelzellen vermengt enthalten. Der Fundort der Zungenbalgdrüsen ist der Grund der Zunge, namentlich die Seitentheile desselben. Ihre Grösse unterliegt sehr beträchtlichen, individuellen Schwankungen. Auffallende Vergrösserung derselben scheint hauptsächlich bei krankhaften (katarrhalischen) Zuständen vorzukommen. Aussergewöhnlich geschwellt habe ich sie ganz constant an Choleraleichen gefunden.

Das submucöse Bindegewebe zeigt in den verschiedenen Regionen der Zunge nicht unerhebliche Abweichungen, sowohl mit Bezug auf seine Masse als auch auf seine Fügung. An der Spitze und an dem Rücken der Zunge ist es in beträchtlicher Stärke vorhanden und so dicht gewebt, dass es den Charakter einer fibrösen Haut annimmt (*Fascia linguae*), welche sowohl mit der Tunica propria, als auch mit dem unterliegenden, intramusculären Bindegewebe sehr fest verschmolzen ist. Eine Abgrenzung gegen das letztere hin lässt sich um so weniger fesstellen, als allenthalben die Bündel der Zungenmuskulatur sich in die Fascia linguae hinein erstrecken. Am Zungengrunde ist hingegen die Submucosa viel lockerer gewebt, so dass sich die Schleimhaut leicht in Falten abheben lässt.

Die Muskulatur der Zunge setzt sich bekanntlich aus verschiedenen Einzelnmuskeln zusammen, welche sich bis zu einer bestimmten Grenze anatomisch gut sondern lassen. Soweit die Anordnung derselben Gegenstand der mikroskopischen Beobachtung ist, kann man Folgendes darüber aussagen. Alle Zungenmuskeln zerfallen, nachdem sie sich der Schleimhaut auf eine gewisse Distanz genähert haben, in eine grosse Anzahl von Bündeln, welche sich einander innig durchflechten, ihrer Verlaufsrichtung nach aber ziem-

lich genau den drei Hauptdimensionen der Zunge entsprechen. Man unterscheidet daher longitudinale, transversale und senkrechte Bündel.

Die longitudinalen Bündel, der Hauptsache nach aus dem M. lingualis, dem styloglossus und dem hinteren Antheile des hyoglossus hervorgehend, sind am Zungenrücken die oberflächlichsten und nehmen, je weiter gegen die Zungenspitze hin, um so mehr, im Verhältniss zu den übrigen, an Zahl zu. Die senkrechten Bündel sind die Ausläufer des M. genioglossus und des vorderen Antheiles des hyoglossus. Aus der Tiefe des Zungenfleisches gegen die Schleimhaut des Zungenrückens ausstrahlend, lösen sie sich daselbst in ihre einzelne Fasern auf, welche sich in der Fascia linguae und in der Schleimhaut selbst verlieren; an der Zungenspitze fehlen sie übrigens gänzlich. Die transversalen Muskelbündel (dem Musculus transversus linguae angehörend) finden sich am Zungenrücken erst in einigem Abstand von der Schleimhaut, sind also tiefer als die longitudinalen Bündel gelegen; sie heften sich einerseits an eine, median durch das Zungenfleisch von vorne nach hinten verlaufende Bindegewebsplatte (*das Septum linguae*), andererseits an die Schleimhaut der Seitenränder der Zunge an. — Indem sich so die Muskelbündel unter rechten Winkeln durchflechten, erhält man an Durchschnitten des gehärteten Organes ein zierliches Gitterwerk. Ist der Schnitt in frontaler Richtung durch den Zungenrücken geführt worden, so sieht man unter der Schleimhaut die Querschnitte der longitudinalen Bündel von den senkrecht aufsteigenden Bündeln unterbrochen (vergl. Fig. 59 A), in der Tiefe aber die letzteren mit transversalen Bündeln durchkreuzt. Mit Bezug auf die histologischen Charaktere der Fasern der Zungenmuskulatur ist hervorzuheben, dass sie sämmtlich der quergestreiften Form angehören und dass vielfach an ihnen dichotomische Theilungen beobachtet worden sind. Das intramusculäre Bindegewebe ist im Ganzen ziemlich reichlich vorhanden und in den hinteren Abschnitten der Zunge gewöhnlich mit zahlreichen Fettzellen — fetthaltigen Bindegewebszellen — besetzt.

Die drüsigen Einlagerungen der Zunge gleichen in Bezug auf ihre Formationen so ziemlich denen der Mundhöhlenwandungen; ihre Anordnung ist eine ganz ungleichmässige. Am Grunde der Zunge, in der Gegend der Balgdrüsen und umwallten Papillen, sind sie dicht gedrängt und erstrecken sich weit in die Tiefe zwischen die Muskelbündel. Die Einzeldrüschen sind klein, von langgestreckter Form; ihre Ausführungsgänge münden zahlreich an der glatten

Schleimhautoberfläche des Zungengrundes und constant auch mehrere von ihnen in der ringförmigen Vertiefung, welche die umwallten Papillen umgibt, sowie auch in dem sogen. Foramen coecum. In dem vorderen Theile der Zunge trifft man nur entlang den seitlichen Rändern auf Schleimdrüschen. Dieselben sind nahe an der Spitze zu einem grösseren Klümpchen geballt, welches unter dem Namen der *Nuhn'schen Drüse* bekannt ist; ihre Gänge (4—6 an Zahl) münden an der Unterfläche der Zungenspitze aus. Kleinere, nicht so beständige Gruppen kommen entlang den Zungenrändern nach rückwärts zu vor; ihre Ausführungsgänge sind theils am Seitenrande, theils an der unteren Fläche der Zunge zu finden.

Mit Rücksicht auf den feineren Bau der Zungendrüschen haben wir, wie nach den Untersuchungen *v. Ebner's* bekannt geworden ist, zweierlei Arten derselben zu unterscheiden. Die eine davon ist auf die Umgebung der Papillae vallatae und foliatae beschränkt, und dadurch ausgezeichnet, dass ihre Secretionszellen von zahlreichen, stark lichtbrechenden Körnchen erfüllt sind, daher eine gewisse Undurchsichtigkeit erlangen und im frischen Zustande ihre Grenzen nicht deutlich erkennen lassen; sie färben sich durch Carmin sehr leicht und intensiv. *v. Ebner* bezeichnet diese Art von Drüsen als *seröse Drüsen* (vergl. auch unten Seite 390). An den übrigen Theilen der Zunge zeigen die Secretionszellen der Drüschen eine vollkommene Uebereinstimmung mit denen der *Schleimdrüschen* anderer Regionen, d. h. sie sind hell, durchsichtig, fast homogen, scharf von einander abgegrenzt und färben sich nicht mit Carmin. Sie besitzen an ihrem Basaltheile seitliche, schüppchenförmige Anhänge und lassen durch chemische Reaction ihren Gehalt an Schleim nachweisen.

Blutgefässe der Zunge. Ihre Anordnung in der Schleimhaut ist vorzüglich durch die Gestaltung der Papillen bestimmt. In allen Zungenpapillen finden wir ein Netzwerk feinerer Arterien und Venen, aus welchen sich für eine jede der secundären Papillen eine einfache Capillarschlinge erhebt. Je nach der Grösse der Zungenpapillen ist dann auch das Netzwerk verschieden entwickelt. In den Papillae vallatae ist insbesondere der venöse Antheil desselben durch eine grössere Zahl von weiten, unter einander zusammenhängenden Gefässchen ausgezeichnet. Dieselben steigen zu zwei bis drei Stämmchen gesammelt aus der Basis der Papille in die tiefsten Schichten der Schleimhaut herab und senken sich daselbst in ein grobes Venennetz ein, welches mit länglichen Maschen sich über den ganzen Zungengrund

ausbreitet und endlich durch die Venae dorsales linguae seinen Abfluss findet. Dieses Venennetz ist übrigens keineswegs an dem Grunde der Zunge abgeschlossen, sondern hängt mit den submucösen Venennetzen des Rachens, des weichen Gaumens und der Tonsillen unmittelbar zusammen.

Die Muskulatur und die Drüsen der Zunge zeigen bezüglich der Gefässe dieselben Verhältnisse, wie wir sie überhaupt an diesen Gebilden treffen. Ebenso gelten für die Balgdrüsen die Angaben, welche wir schon anderwärts über die Gefässanordnung in analogen, adenoiden Formationen gemacht haben.

Die *Lymphgefässe* der Zunge sind zuerst durch die Untersuchungen *Teichmann's* näher bekannt geworden. Sie bilden in den tieferen Schleimhautschichten ein dichtes Netzwerk gröberer Gefässe und ein oberflächliches, feineres, welches zu den Zungenpapillen Beziehungen erhält. In den fadenförmigen Papillen findet man häufig ein einfaches, verhältnissmässig weites Gefäss, welches sich aus dem an ihrer Basis befindlichen Netze erhebt. In der Axe der Papille steigt es bis nahe an das Epithel hinauf und endigt daselbst blind. In den pilzförmigen und umwallten Papillen begegnet man mehr oder weniger verzweigten Netzen von Lymphgefässen. Durch besonders reiche Entwicklung der letzteren zeichnet sich die unmittelbare Umgebung der Balgdrüsen aus. Diese selbst sind in verschiedenen Richtungen von capillaren Lymphgefässen durchzogen, welche nur dann eine typische Anordnung zeigen, wenn es zur Differenzirung von Follikeln gekommen ist. Es lassen sich in diesem Falle durch Injection ziemlich dichte, die einzelnen Follikel umspinnende Netze nachweisen.

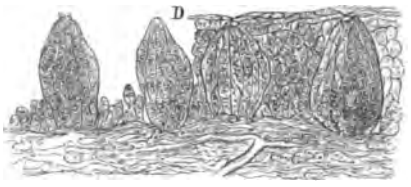
Die *Nerven*, welche sich in der Schleimhaut der Zunge verzweigen — N. lingualis, glossopharyngeus — besitzen die Eigenthümlichkeit, dass in dem Verlaufe ihrer feineren Zweigchen, besonders im Bereiche des letzteren Nerven, einzelne oder zu kleinen Gruppen gesammelte Ganglienzellen vorkommen. Ihre Endausbreitung ist nicht leicht zu erforschen. Nach *W. Krause* dringen in die fadenförmigen Papillen niemals doppelt contourirte Fasern ein; man kann solche nur bis zur Basis dieser Papillen verfolgen, woselbst sie mit rundlichen Endkolben endigen. Hingegen enthalten die pilzförmigen und umwallten Papillen in der Gegend ihrer Axe ein oder mehrere Bündelchen von markhaltigen Nervenfasern, welche sich mehrfach theilen und unter einander anastomosiren. Einzelne dieser Fasern

übergehen schliesslich in Endkolben, welche an der Basis der secundären Papillen gelegen sind; der grösseren Mehrzahl nach aber verlieren sie unter fortgesetzten Theilungen allmälig ihre Markscheide und gehen in feine marklose Fasern über, welche höchst wahrscheinlich mit den bereits erwähnten *Geschmacksknospen* zusammenhängen.

Diese, auch *Geschmackszwiebeln* oder *Schmeckbecher* genannt, sind gleichzeitig durch *Schwalbe* und durch *Lovèn* entdeckt und eingehend beschrieben worden. Nach Art einer Knospe geformt (Fig. 62), sind sie aus zweierlei, eigenartigen Zellen zusammengesetzt, von denen die an der Peripherie gelegenen als *Deckzellen*, die im Inneren des Gebildes befindlichen als *Geschmackszellen* bezeichnet werden.

Die Deckzellen (Fig. 63 C) stellen lange, schmale, mit einem oblongen Kerne versehene Schüppchen dar, deren Ränder häufig

Fig. 62.



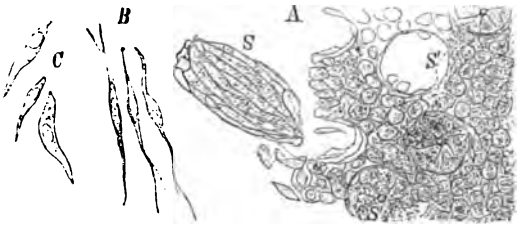
Aus einem Horizontaldurchschnitt durch eine Papilla circumvallata des Menschen. Das Epithelstratum ist zum Theile abgefallen und die Geschmacksknospen in situ sichtbar (D). (Die Zunge war durch 4 Tage der Einwirkung Müller'scher Flüssigkeit ausgesetzt gewesen.) (Hartnack, Syst. IX. Ocul. 2.)

leicht gezähnelt erscheinen. An ihrem basalen Ende sind sie entweder einfach zugespitzt oder auch in zwei bis drei kurze Fortsätze zerspalten, während das gegen die Schleimhautoberfläche zugewendete Ende in ein feines Stiftchen ausläuft. Eine grössere Zahl dieser Deckzellen ordnet sich nach Art der Blätter einer Blüthenknospe in mehreren Lagen an einander und formt so ein Gehäuse, in dessen Axe die *Geschmackszellen* eingeschlossen sind. Diese erscheinen in Gestalt von langen, dünnen Spindeln (Fig. 63 B), welche ungefähr in der Mitte, dort, wo der ellipsoidische Kern sich befindet, eine bauchige Auftreibung besitzen. Der gegen die Basis der Knospe zu gerichtete Theil dieser Zellen ist meist sehr dünn, fadenförmig und zerfährt in zwei oder mehrere zarte Fortsätze, welche ihrem ganzen Ansehen nach feinsten Nervenfibrillen ähnlich sehen. Sie lassen sich denn auch in einzelnen, günstigen Fällen in das dem Epithel unter-

liegende Schleimhautgewebe verfolgen, entziehen sich jedoch bald der weiteren Beobachtung. Ihr Zusammenhang mit den früher erwähnten marklosen Nervenfasern der Papillen ist zwar nicht direct festgestellt, darf aber mit der grössten Wahrscheinlichkeit als vorhanden angenommen werden. (*M. Schultze.*) Dies vorausgesetzt, sind also unsere Geschmackszellen als die eigentlichen Endigungen dieser Nerven zu betrachten. Jener Theil der Geschmackszellen, welcher von der Kernauftreibung bis an die Spitze der Geschmacksknospen hin reicht, ist etwas stärker, schärfer contourirt, stäbchenförmig, an dem oberen Ende gewöhnlich scharf zugespitzt. Jede Geschmacksknospe enthält mehrere dieser Zellen.

Mit Bezug auf die Einlagerung der Geschmacksknospen in das

Fig. 63.



Zupfpräparat aus der Epithellage des seitlichen Abhanges einer Papilla vallata (Mensch) nach vorausgegangener, viertägiger Einwirkung von Müller'scher Flüssigkeit.
A Ein Theil der Epithelbekleidung von der Fläche her gesehen, die Schmeckbecher (S') im optischen Querschnitt — einer davon (S) nach der Seite umgelegt.
B Geschmackszellen.
C Deckzellen. (Hartnack, Immers. Syst. X. Ocul. 2.)

Epithel ist nachzuholen, dass die Basis derselben auf der Oberfläche der Tunica propria der Schleimhaut aufruht, ihre Spitze ganz nahe bis in die obersten Lagen des Epithels hinanreicht. Der letzteren entsprechend bemerkt man gewöhnlich die Andeutung einer flach trichterförmigen Vertiefung der Epitheloberfläche, welche gewissermassen den Zugang zur Geschmacksknospe darstellt; sie führt den Namen *Geschmacksporus* (*Engelmann*). Bei der Ansicht von oben her zeigt sich derselbe als eine enge, kreisrunde Oeffnung, in deren Tiefe man die Stiftchen der Deckzellen, kranzartig angeordnet, gewahr wird. Bei etwas tieferer Einstellung erscheint der rundliche, optische Querschnitt der Geschmacksknospe selbst, innerhalb dessen namentlich die Gruppirung der Deckzellen deutlich zu erkennen ist.

Das Vorkommen der Geschmacksknospen beschränkt sich nicht

nur auf die beiden, bereits genannten Oertlichkeiten: die Papillae circumvallatae und die Papillae foliatae (in den letzteren sind sie namentlich beim Kaninchen sehr reichlich gefunden worden, *v. Wyss*); man hat sie vielmehr auch in wechselnder Zahl an den pilzförmigen Zungenpapillen, am weichen Gaumen, an den Gaumenbögen und an der hinteren Fläche des Kehldeckels (*Krause*) nachzuweisen vermocht.

Als Methode ihrer Darstellung und Untersuchung kann am meisten ein mehrtägiges Einlegen des möglichst frischen Objektes in *Müller'sche* Flüssigkeit empfohlen werden, worauf sich durch Anfertigung dünner Schnitte und vorsichtiges Behandeln derselben mit Nadeln recht gute Präparate gewinnen lassen. Auch Behandlung mit Ueberosmiumsäure oder Chlorgold (beide in sehr verdünnten Lösungen) leistet Entsprechendes. Für die erste Orientirung über ihre Zahl und Lage genügen auch Durchschnitte durch in Alkohol erhärtete Objekte, welche man allenfalls noch mit Carmin oder Anilinroth tingiren kann.

4) Der Schlundkopf und die Speiseröhre.

Die Wandung beider besteht aus drei Schichten: der Schleimhaut, der Muskulatur und der äusseren Faserhaut.

Der feinere Bau der *Schleimhaut* zeigt im Allgemeinen ganz ähnliche Verhältnisse, wie wir sie an der Mundhöhlenschleimhaut kennen gelernt haben. Eine papillentragende Tunica propria aus fibrillärem Bindegewebe, eine im Ganzen ziemlich locker gewebte, submucöse Schichte mit eingelagerten kleinen Schleimdrüschen und ein geschichtetes Pflasterepithel setzen die Schleimhaut der Rachenhöhle und der Speiseröhre zusammen. Die Schleimhautpapillen sind im Allgemeinen kegelförmig, im Bereiche des Rachens und des oberen Theiles der Speiseröhre etwas kleiner als in dem untersten Abschnitte der letzteren. Die Schleimdrüschen sind in der Submucosa eingebettet, im Schlundkopf reichlicher, als im Oesophagus und insbesondere in den obersten Partien des ersteren theilweise zu zusammenhängenden Lagen geordnet. Im Anfangstheile der Speiseröhre sind sie nur ganz zerstreut zu finden, die einzelnen Drüschen klein, nur aus wenigen Bläschen zusammengesetzt. Je weiter nach abwärts, um so spärlicher werden sie, bis sie endlich in der unteren Hälfte des Speiserohres gänzlich verschwinden. Erst unmittelbar an

der Cardia kommen wieder an einer ganz beschränkten Zone, jedoch nicht constant, einige kleine, traubige Drüschen vor. (Cardialdrüsen — *Kölliker.*)

Eine eigenartige Beschaffenheit erlangt die Schleimhaut im Fornix pharyngis und in der Nähe des Isthmus faucium und zwar einerseits dadurch, dass sie am ersteren Orte, wo sie continuirlich in die Schleimhaut der Nasenhöhle übergeht, zum Theil die Charaktere der letzteren annimmt, anderseits aber durch die an beiden genannten Stellen vorkommenden, reichlichen Einlagerungen von adenoidem Gewebe. Im Fornix pharyngis, und zwar in der Nähe der Choanen, ist das Bindegewebe der Schleimhaut stets mehr oder weniger von lymphoiden Zellen durchsetzt und mit einem geschichteten, flimmernden Cylinderepithel versehen. Dieses scheint sich beim Erwachsenen verschieden weit nach rückwärts fortzusetzen, bis es in das geschichtete Pflasterepithel übergeht. Beim Kinde ist stets das ganze Cavum pharyngo-nasale mit flimmerndem Epithel ausgestattet (*Klein*). Die Submucosa enthält zahlreiche, traubige Schleimdrüschen.

Die Einlagerung von adenoidem Gewebe kommt zum Theil an verschiedenen kleinen, circumscripten Stellen an der oberen und seitlichen Parthie des Cavum pharyngonasale vor, insbesondere aber ist es ein schmales Gebiet der Schleimhaut, welches sich über das Dach des Schlundkopfes von einer Tubenmündung zur anderen erstreckt (*Pharynxtonsille*), an welchem es zu grösseren, zusammenhängenden Massen angehäuft ist. Die Anordnung dieses Gewebes ist hier grösstentheils eine ganz diffuse; selten nur begegnet man deutlich umgrenzten, follikelähnlichen Gebilden. Eine Gruppirung der adenoiden Formationen nach Art der Zungenbalgdrüsen ist, wenn sie hier überhaupt vorkommt, jedenfalls sehr selten.

Durch ähnliche Anhäufungen adenoiden Gewebes werden auch die zu beiden Seiten des Racheneinganges befindlichen *Mandeln* (*Tonsillen*) geformt. Ihr Bau ist nicht nur bei verschiedenen Thieren ein mannigfach wechselnder (sie fehlt vielen derselben ganz und gar), auch beim Menschen kommen je nach Alter und Individuum manche Variationen desselben vor.

Als einfachste Form der Mandel kann jene gelten, welche beim Kaninchen beobachtet wird. Es besteht dort eine einfache Ausstülpung der Schleimhaut, welche durch Infiltration mit adenoidem Gewebe verdickt ist und auch einzelne, circumscripte Follikel erkennen lässt. Es kann somit die Mandel des Kaninchens als eine grosse

Zungenbalgdrüse betrachtet werden. Beim Menschen, und namentlich während des kindlichen Alters, zeigt jede Mandel eine grössere Anzahl ähnlich beschaffener Schleimhautbuchten, welche aber nicht alle gesondert an der Oberfläche münden. Es finden sich vielmehr im Inneren der Mandel einzelne grössere Hohlräume, deren jeder mehrere solcher balgartiger Buchten in sich aufnimmt und die gemeinsame Ausmündung derselben an der Oberfläche mittelst einer rundlichen oder spaltartigen Oeffnung vermittelt. Es wäre somit die menschliche Tonsille als eine Anhäufung zahlreicher Zungenbalgdrüsen zu betrachten. Stets enthält sie überdies eine grössere Anzahl traubiger Schleimdrüschen, deren Ausführungsgänge sich zum Theil in die inneren Hohlräume, zum Theil an die Oberfläche öffnen. Die äussere Umgrenzung der Mandel wird durch eine ziemlich fest gewebte Bindegewebsmembran hergestellt. Beim erwachsenen Menschen ist übrigens dieser typische Bau in der Regel kaum zu erkennen. Man findet da gewöhnlich ganz unregelmässig geformte Massen adenoiden Gewebes von bindegewebigen Scheidewänden und von Gruppen traubiger Schleimdrüschen durchsetzt und dazwischen spaltenartige, mit Schleimhaut bekleidete Räume ohne gesetzmässige Anordnung.

Die Beschaffenheit der *Muskelschichten,* welche der Schleimhaut von aussen her angelagert sind, ist im Bereiche des Schlundkopfes und der Speiseröhre keineswegs eine übereinstimmende, wenngleich sie in einer Flucht von dem ersteren in die letztere übergehen. In Betreff des Schlundkopfes ist hier nur zu bemerken, dass seine Muskulatur ausschliesslich aus quergestreiften Fasern besteht und dass stellenweise aus den innersten Muskellagen einzelne, kleine Bündel sich zur Schleimhaut abzweigen, um in dieser zu endigen. Die Anordnung der Muskulatur ist leicht mit freiem Auge zu übersehen, und daher Gegenstand der anatomischen Präparation. In der Speiseröhre finden wir die Muskulatur durchgehends in einer doppelten Schichte vorhanden und derart geordnet, dass die äussere, dickere Schichte aus Elementen besteht, welche der Längsaxe des Rohres parallel laufen, die innere aber aus circulären, quer zu der letzteren gelagerten Fasern zusammengesetzt ist. Ganz vereinzelte, der Länge nach geordnete Muskelbündel trifft man übrigens auch ab und zu in der inneren Schichte. Im Halstheile des Speiserohres besteht die Muskulatur ausschliesslich aus quergestreiften Elementen; aber schon im obersten Brusttheile zeigen sich in beiden Schichten einzelne

Bündel von glatten Muskelfasern eingelagert, welche weiter nach abwärts ziemlich rasch an Zahl zunehmen und die quergestreiften Elemente ersetzen, so dass in der unteren Hälfte des Speiserohres nur mehr glatte Fasern vorkommen. An der hinteren Wand des Rohres reichen übrigens die quergestreiften Fasern etwas tiefer herab als an der vorderen (*Treitz*).

Diesen Verhältnissen, welche beim Menschen zu beobachten sind, gegenüber muss bemerkt werden, dass bei den meisten Thieren auch noch in den untersten Abschnitten der Speiseröhre quergestreifte Muskelfasern vorkommen. Nicht uninteressant ist eine Beobachtung von *Treitz*, nach welcher einzelne Bündel aus der Längsschichte in kurze, zumeist aus elastischer Substanz geformte Sehnen übergehen, welche sich dann in der äusseren Faserhaut verlieren.

Von den eben beschriebenen Muskelschichten, welche zusammengenommen als *Tunica muscularis externa* bezeichnet werden, ist wohl zu unterscheiden eine andere Lage von glatten Muskelfasern, welche in der Schleimhaut des Speiserohres selbst und zwar an der Grenze zwischen Tunica propria und submucosa eingefügt ist. Es ist dies die *Tunica muscularis mucosae*, wie sie von hier ab dem ganzen Verdauungskanal eigen ist. Sie besteht aus bündelweise geordneten, der Länge nach verlaufenden Fasern, welche im Halstheile nur vereinzelt vorkommen, im ganzen Brusttheile aber eine zusammenhängende Schichte bilden.

Die *äussere Faserhaut* des Schlundkopfes und der Speiseröhre ist aus derbfaserigem Bindegewebe zusammengesetzt und mit reichlichen elastischen Fasern durchsetzt. Von ihr aus ziehen sich zahlreiche Dissepimente zwischen die Bündel der Muscularis externa hinein.

Blutgefässe, *Lymphgefässe* und *Nerven* zeigen analoge Verhältnisse wie in der Mundhöhle.

5) Der Magen.

Die Schleimhaut des Verdauungskanales gewinnt von der Stelle an, wo das Speiserohr sich in den Magen einpflanzt, mit einem Male einen gänzlich veränderten Charakter. Der Grund davon liegt nicht allein in besonderen Bauverhältnissen des eigentlichen Schleimhautgewebes, sondern zum grössten Theile in der massenhaften Einlagerung kleiner, schlauchförmiger Drüschen in die Tunica propria

der Schleimhaut und in einer veränderten Form der epithelialen Bekleidung.

Die Schleimhaut des Magens. Das Gewebe der Tunica propria muss als eine Zwischenform zwischen fibrillärem Bindegewebe und adenoidem Gewebe angesehen werden. Es enthält in wechselnder Zahl und Anordnung feine Bündel von leimgebenden Fibrillen, zwischen welchen sich vielfach verzweigte und netzartig zusammenhängende Bindesubstanzzellen nebst lymphoiden Zellen nachweisen lassen. In Folge der reichlichen Einlagerung von Schlauchdrüsen, welche sich dicht eine neben der anderen ordnen, kommt es im Allgemeinen nicht zu einer stärkeren Anhäufung dieses Gewebes; nur am Grunde der Drüsen erscheint eine schmale, fortlaufende Lage desselben und von dieser aus ziehen sich dünne Scheidewände entlang den Seiten der Schlauchdrüsen hin, so dass für eine jede der letzteren ein besonderes Fach gebildet wird. Es lässt sich diese Gestaltung des Schleimhautgewebes am besten mit der einer Honigwabe vergleichen.

Es ist jedoch zu bemerken, dass mitunter ganz beschränkte Anhäufungen von wahrem adenoidem Gewebe in Gestalt mehr weniger scharf umschriebener Follikel in der Tunica propria sich vorfinden, wo dann die Schlauchdrüsen gänzlich fehlen oder nur in grösseren Abständen von einander vorhanden sind. Sie kommen beim Menschen, besonders gegen den Pylorus zu, nicht gerade selten vor. Bei einzelnen Individuen sind sie sogar ziemlich zahlreich und verleihen dann der Schleimhaut für das freie Auge ein eigenthümlich höckeriges Aussehen. Sie sind von früher her unter der Bezeichnung *Glandulae lenticulares* bekannt.

Das *Epithelium*, mit welchem die Oberfläche des Magens bekleidet ist, besteht aus einer einfachen Lage cylindrischer oder kegelförmiger Zellen. Dieselben lassen an ihren seitlichen Flächen ganz deutlich eine differenzirte Zellmembran erkennen, während an ihrer freien, der Magenhöhle zugewendeten Fläche eine solche zu fehlen scheint. Der Körper dieser Zellen ist nicht durchgehends von derselben Beschaffenheit. Während der untere Theil der Zelle, in welchem der oblonge Kern gelegen ist, stets feinkörnig, mattglänzend erscheint, fällt der obere Theil durch die homogene, helle, durchsichtige Beschaffenheit der Zellsubstanz auf. Sowohl in frischem Zustande, als besonders nach mehrtägiger Einwirkung von *Müller'scher* Flüssigkeit, sieht man diese hyaline Substanz häufig wie in hellen

freien, offenen Ende der Zelle hervorragen. Nach *...iedermann's* zeichnet sich dieser obere Antheil ...durch aus, dass er sich, im Gegensatze zu ...der Zelle, mit wässrigem Anilinblau färben ... denselben als eine besondere, constant ...der Zelle (modificirtes Protoplasma), ...n eine feine Längsstreifung erkennen ...ngsvermögen besitzt, insbesondere ...nfang zunimmt. Andere Histo- ...n dem geschilderten Verhält- ...treffenden Theiles der Zelle, ...uung erfolgt.

...sind von zweierlei Art und ...*drüsen* unterschieden.

...*drüsen*) sind an Zahl bei Weitem über- ...e Cardia und den Fundus des Magens fast ...m. Aber auch im pylorischen Theil sind sie viel ..., als die Schleimdrüsen zu treffen. Sie haben die Gestalt ...naler, blind endigender Schläuche, welche durch Vermittlung kleiner, grubiger Vertiefungen an der Schleimhautoberfläche ausmünden. Eine solche Vertiefung kann entweder nur eine oder auch zwei, drei und mehrere Einzeldrüsen in sich aufnehmen (Fig. 53 B) und bildet gleichsam einen *Vorraum* (Fig. 64 V) derselben. Mit diesem Namen wollen wir sie auch fernerhin bezeichnen. An der Labdrüse selbst kann man den *Körper* (K) und den *Hals* (H) unterscheiden, insoferne als sie mittelst eines mehr oder weniger verdünnten Stückes, welches auch besondere Bauverhältnisse zeigt, in den Vorraum übergeht.

Als charakteristische Formelemente der Labdrüsen sind zweierlei Zellen zu verzeichnen: Die einen sind durch ihre beträchtliche Grösse, durch unregelmässig polyedrische Gestalt, durch auffallend trübe, körnige Beschaffenheit gekennzeichnet. Sie erscheinen in ganz frischem Zustande äusserst feinkörnig, wenig scharf begrenzt, ihr Kern ist kaum sichtbar. Längere Zeit nach dem Absterben, und nach Zusatz von Wasser oder Kochsalzlösung erhalten sie schärfere Contouren, ihre Granulirung erscheint gröber, ihr Kern, verhältnissmässig klein, rundlich, einfach contourirt, tritt nun mehr weniger deutlich hervor. Durch Zusatz von verdünnter Essigsäure quellen diese Zellen merklich auf, werden heller und durchsichtiger, ihr Kern

der Schleimhaut und in einer veränderten Form der epithelialen Bekleidung.

Die Schleimhaut des Magens. Das Gewebe der Tunica propria muss als eine Zwischenform zwischen fibrillärem Bindegewebe und adenoidem Gewebe angesehen werden. Es enthält in wechselnder Zahl und Anordnung feine Bündel von leimgebenden Fibrillen, zwischen welchen sich vielfach verzweigte und netzartig zusammenhängende Bindesubstanzzellen nebst lymphoiden Zellen nachweisen lassen. In Folge der reichlichen Einlagerung von Schlauchdrüsen, welche sich dicht eine neben der anderen ordnen, kommt es im Allgemeinen nicht zu einer stärkeren Anhäufung dieses Gewebes; nur am Grunde der Drüsen erscheint eine schmale, fortlaufende Lage desselben und von dieser aus ziehen sich dünne Scheidewände entlang den Seiten der Schlauchdrüsen hin, so dass für eine jede der letzteren ein besonderes Fach gebildet wird. Es lässt sich diese Gestaltung des Schleimhautgewebes am besten mit der einer Honigwabe vergleichen.

Es ist jedoch zu bemerken, dass mitunter ganz beschränkte Anhäufungen von wahrem adenoidem Gewebe in Gestalt mehr weniger scharf umschriebener Follikel in der Tunica propria sich vorfinden, wo dann die Schlauchdrüsen gänzlich fehlen oder nur in grösseren Abständen von einander vorhanden sind. Sie kommen beim Menschen, besonders gegen den Pylorus zu, nicht gerade selten vor. Bei einzelnen Individuen sind sie sogar ziemlich zahlreich und verleihen dann der Schleimhaut für das freie Auge ein eigenthümlich höckeriges Aussehen. Sie sind von früher her unter der Bezeichnung *Glandulae lenticulares* bekannt.

Das *Epithelium*, mit welchem die Oberfläche des Magens bekleidet ist, besteht aus einer einfachen Lage cylindrischer oder kegelförmiger Zellen. Dieselben lassen an ihren seitlichen Flächen ganz deutlich eine differenzirte Zellmembran erkennen, während an ihrer freien, der Magenhöhle zugewendeten Fläche eine solche zu fehlen scheint. Der Körper dieser Zellen ist nicht durchgehends von derselben Beschaffenheit. Während der untere Theil der Zelle, in welchem der oblonge Kern gelegen ist, stets feinkörnig, mattglänzend erscheint, fällt der obere Theil durch die homogene, helle, durchsichtige Beschaffenheit der Zellsubstanz auf. Sowohl in frischem Zustande, als besonders nach mehrtägiger Einwirkung von *Müller'scher* Flüssigkeit, sieht man diese hyaline Substanz häufig wie in hellen

Tropfen über dem freien, offenen Ende der Zelle hervorragen. Nach den Mittheilungen *Biedermann's* zeichnet sich dieser obere Antheil des Zellkörpers auch dadurch aus, dass er sich, im Gegensatze zu den übrigen Abschnitten der Zelle, mit wässrigem Anilinblau färben lässt. *Biedermann* betrachtet denselben als eine besondere, constant vorkommende Inhaltsportion der Zelle (modificirtes Protoplasma), welche unter gewissen Umständen eine feine Längsstreifung erkennen lässt und ein hervorragendes Quellungsvermögen besitzt, insbesondere aber während der Verdauung an Umfang zunimmt. Andere Histologen (*Heidenhain*, *Ebstein*) erblicken in dem geschilderten Verhältniss eine schleimige Metamorphose des betreffenden Theiles der Zelle, welche typisch während der Zeit der Verdauung erfolgt.

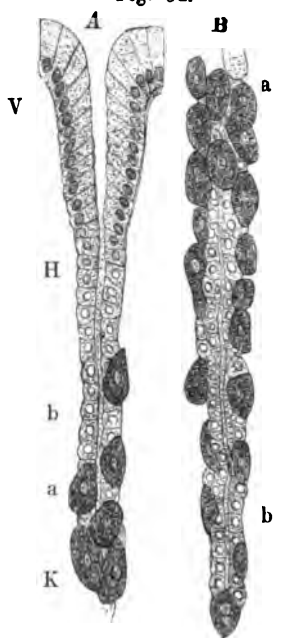
Die *Drüsen* der Magenschleimhaut sind von zweierlei Art und werden als *Labdrüsen* und *Schleimdrüsen* unterschieden.

Die *Labdrüsen* (*Pepsindrüsen*) sind an Zahl bei Weitem überlegen und nehmen die Cardia und den Fundus des Magens fast ausschliesslich ein. Aber auch im pylorischen Theil sind sie viel reichlicher, als die Schleimdrüsen zu treffen. Sie haben die Gestalt schmaler, blind endigender Schläuche, welche durch Vermittlung kleiner, grubiger Vertiefungen an der Schleimhautoberfläche ausmünden. Eine solche Vertiefung kann entweder nur eine oder auch zwei, drei und mehrere Einzelndrüsen in sich aufnehmen (Fig. 53 B) und bildet gleichsam einen *Vorraum* (Fig. 64 V) derselben. Mit diesem Namen wollen wir sie auch fernerhin bezeichnen. An der Labdrüse selbst kann man den *Körper* (K) und den *Hals* (H) unterscheiden, insoferne als sie mittelst eines mehr oder weniger verdünnten Stückes, welches auch besondere Bauverhältnisse zeigt, in den Vorraum übergeht.

Als charakteristische Formelemente der Labdrüsen sind zweierlei Zellen zu verzeichnen: Die einen sind durch ihre beträchtliche Grösse, durch unregelmässig polyedrische Gestalt, durch auffallend trübe, körnige Beschaffenheit gekennzeichnet. Sie erscheinen in ganz frischem Zustande äusserst feinkörnig, wenig scharf begrenzt, ihr Kern ist kaum sichtbar. Längere Zeit nach dem Absterben, und nach Zusatz von Wasser oder Kochsalzlösung erhalten sie schärfere Contouren, ihre Granulirung erscheint gröber, ihr Kern, verhältnissmässig klein, rundlich, einfach contourirt, tritt nun mehr weniger deutlich hervor. Durch Zusatz von verdünnter Essigsäure quellen diese Zellen merklich auf, werden heller und durchsichtiger, ihr Kern

wird nun fein granulirt und hebt sich scharf von der Umgebung ab. Diese Zellen sind schon seit langer Zeit unter dem Namen der *Labzellen* bekannt gewesen und haben bis vor einigen Jahren als die alleinigen zelligen Bestandtheile unserer Drüsen gegolten. Nun wurde aber durch *R. Heidenhain* und durch *A. Rollet* gleichzeitig die Entdeckung gemacht (*Kölliker* hatte schon viel früher ganz Aehnliches von dem Magen des Hundes beschrieben, aber, wie es scheint, für einen vereinzelten Befund gehalten), dass bei dem Aufbau der Labdrüsen noch eine zweite Art von Zellen betheiligt sei; diese unterscheiden sich sehr wesentlich von den Labzellen durch ihre bedeutend geringere Grösse, durch ihre cubische, cylindrische oder conische Form und durch ihre viel grössere Empfindlichkeit gegen die Einwirkung chemischer Reagenzien. Sie werden durch Zusatz von Wasser, noch schneller aber durch Einwirkung verdünnter Alkalien völlig zerstört, in mässig concentrirten Säuren schrumpfen sie stark ein. Ihr Kern, von kugeliger Form, ist im frischen Zustande niemals, nach Einwirkung von Säuren stellenweise, jedoch selten deutlich zu erkennen; am schönsten lässt er sich durch Tinction mit Hämatoxylin darstellen, nachdem man die Magenschleimhaut zuerst durch mehrere Tage in *Müller'scher* Flüssigkeit, dann aber in Alkohol erhärtet hat.

Fig. 64.



Längsschnitt durch eine Labdrüse aus dem Magen der Katze. (Glycerinpräparat, Färbung mit Carmin und Hämatoxylin.)

A Innerer Abschnitt mit dem Vorraum (V), dem Halse (H) und dem innersten Theile des Körpers (K).

B Aeusserer Theil des Drüsenkörpers.

Bei a delomorphe, bei b adelomorphe Zellen. (Hartn., Immers. Syst. X. Ocul. 2.)

(Die adelomorphen Zellen sind im Verhältniss zur Höhe etwas zu breit gezeichnet.)

Um diese beiden Zellenarten mit ihren prägnanten Unterschieden kennen zu lernen, empfiehlt es sich, die Magenschleimhaut einer Katze oder eines Hundes durch längere Zeit in Jodserum einzulegen und dann Zupfpräparate aus derselben anzufertigen, wobei man beiderlei Zellen in isolirtem Zustande erhält. Für sie sind nun besondere Namen eingeführt worden und zwar bezeichnete *Rollet* die erst beschriebenen — die Labzellen der früheren Autoren — als *delomorphe,* die zweite

Art als *adelomorphe**) Zellen, *Heidenhain* die ersteren als *Belegzellen*, die letzteren als *Hauptzellen*.

Die Anordnung derselben ist am besten bei Kaninchen, Hunden und Katzen zu erforschen, deren Magenschleimhaut in der früher angegebenen Weise zu erhärten und an Quer- und Flächenschnitten mit Zuhilfenahme der combinirten Carmin- und Hämatoxylinfärbung zu untersuchen ist. Wir wollen der nachfolgenden Beschreibung die Verhältnisse zu Grunde legen, wie sie bei der Katze gefunden werden. —

An dünnen, genau senkrecht durch die Schleimhaut geführten Schnitten zeigt sich folgendes: Der *Vorraum* der Drüse (Fig. 64 A) besitzt meist die Form eines schmalen Trichters, in welchen hinein sich die conischen Epithelzellen der Schleimhautoberfläche ohne nachweisbare Veränderung fortsetzen. Im Drüsenhalse (H) werden dieselben durch kürzere, polyedrische oder cubische Zellen ersetzt, welche sich ausserdem durch gröbere Granulirung von den epithelialen und von den adelomorphen Zellen unterscheiden. An diese Zellen des Drüsenhalses schliessen sich unmittelbar die adelomorphen Zellen an, welche in ununterbrochener Folge das enge Lumen des Drüsenkörpers bis an sein blindes Ende hinab ringsum begrenzen. Die delomorphen Zellen hingegen sind keineswegs zu einer continuirlichen Lage geordnet, sondern zwischen dem äusseren Ende der adelomorphen Zellen und der Membrana propria, mehr weniger zerstreut, eingefügt. Am reichlichsten finden sie sich in der Mitte und im oberen Antheil des Drüsenkörpers, wo sie gewöhnlich ziemlich gedrängt liegen; spärlicher erscheinen sie am unteren Ende und am Anfangstheil desselben; häufig treten sie buckelartig über dem Seitencontour der Drüse vor.

An Schnitten, welche parallel der Oberfläche durch die Schleimhaut geführt worden sind, ist es gewöhnlich noch leichter, sich von dem beschriebenen Aufbau der Labdrüsen zu überzeugen. An den einzelnen, quer durchschnittenen Drüsen ist ein centrales, kreisrundes Lumen zu erkennen, welches von den adelomorphen Zellen umgeben ist; der Umriss der letzteren erscheint gewöhnlich dreiseitig, die

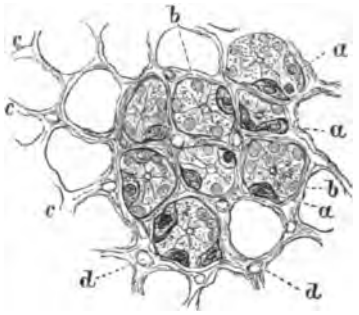
---

*) δῆλος offenbar, deutlich — ἄδηλος undeutlich; die Bezeichnungen beziehen sich darauf, dass die ersteren Zellen ihre Gestalt ohne weiteres leicht erkennen lassen, während es bei den letzteren grössere Schwierigkeiten macht, und besondere Darstellungsmethoden erforderlich sind.

breite Basis der Tunica propria anliegend oder von dieser durch Zwischenlagerung einer delomorphen Zelle getrennt. Von diesen enthält jeder Drüsenquerschnitt je nach Umständen nur eine oder auch zwei bis drei. An solchen Durchschnitten ist auch die Anordnung des eigentlichen Schleimhautgewebes, in dessen Lücken die Drüsen eingelagert sind, am besten zu überblicken (Fig. 65).

Die Membrana propria der Labdrüsen erscheint gewöhnlich in Gestalt einer strukturlosen, zarten Membran, in welcher durch die vorspringenden, delomorphen Zellen häufig seichte Buchten oder tiefere sackartige Ausstülpungen erzeugt werden. *Henle* hat übrigens an der Membrana propria sternförmige Zellen nachgewiesen — ein Be-

Fig. 65.



Flachschnitt aus der Magenschleimhaut der Katze. (Lackpräparat, Carmin. Hämatoxylin-Färbung.)
a delomorphe, b adelomorphe Zellen, c Schleimhautgerüste, d Querschnitte injicirter Blutgefässcapillaren. (Hartnack, Immers. Syst. X. Ocul. 2)

fund, welcher, wie es scheint, nur in einzelnen Fällen vorkommen dürfte.

Als *Schleimdrüsen* des Magens werden schlauchförmige Drüsen beschrieben, an deren Aufbau sich keine delomorphen Zellen betheiligen, welche aber bezüglich ihrer Formation und ihrer Einpflanzung in die Schleimhaut den Labdrüsen gleichen. Ihr Sitz ist hauptsächlich die Gegend des Pylorus, doch unterliegt ihre Zahl und Ausbreitung ganz erheblichen, individuellen Schwankungen. In manchen Fällen scheinen sie auch völlig zu fehlen. Die cylindrischen oder pyramidenförmigen Zellen, welche ihre Wandungen bilden, erweisen den Untersuchungen *Ebstein's* zufolge in vielen Beziehungen eine nahe Verwandtschaft mit den adelomorphen Zellen der Labdrüsen.

Die *Muscularis mucosae* des Magens, an der Grenze zwischen Tunica propria und submucosa eingelagert, ist im Allgemeinen zu zwei dünnen Schichten geordnet, deren innere aus circulär verlaufenden, die äussere aus longitudinalen Fasern besteht; häufig aber flechten sich die beiderlei Elemente mattenartig durcheinander. Von ihr zweigen sich stellenweise einzelne Faserbündel ab, welche in das Gewebe der Tunica propria eindringen und mitunter bis nahe unter die Epithelbekleidung verfolgt werden können.

Auch an der *Muscularis externa* unterscheidet man eine äussere Längs- und eine innere Ringfaserschichte. Die erstere ist entlang der kleinen Curvatur am stärksten entwickelt und erscheint als eine directe Fortsetzung der Längsmuskulatur des Oesophagus. Die Ringfaserschichte gestaltet sich am Pylorus zu einem kräftigen Schliessmuskel. Dazu kommen noch schief verlaufende Fasern, welche an der Cardia am auffallendsten hervortreten, jedoch keine scharf gesonderte Lage darstellen, indem sie sich aus der circulären Faserschichte abzweigen und nach kürzerem oder längerem Verlaufe wieder in dieselbe übergehen. Nicht minder erfolgt stellenweise ein Uebertritt von longitudinalen Fasern in die circuläre Schichte.

Die *Gefässe* und *Nerven* des Magens werden gemeinschaftlich mit denen des Darmes abgehandelt werden.

6) Der Darm.

Die Schleimhaut. Das Gewebe der Tunica propria zeigt in seinem *Aufbau* eine ziemliche Uebereinstimmung mit der des Magens; jedoch erweist sich das Verhältniss, in welchem die fibrillären Elemente dabei betheiligt sind, als ein sehr variables, nicht nur mit Bezug auf die verschiedenen Regionen des Darmes, sondern auch mit Rücksicht auf die Gattung und Species der zur Untersuchung verwendeten Thiere. So gewinnt die Schleimhaut das einemal völlig den Charakter des reinen, adenoiden Gewebes (Darmzotten des Menschen, des Kaninchens u. s. w.), das anderemal aber wiegt das fibrilläre Gewebe mehr vor, die lymphoiden Elemente treten an Zahl auffallend zurück (Dickdarmschleimhaut der Katze, des Hundes u. s. w.). Untersucht man eine grössere Anzahl von Schnitten, welche parallel zur Oberfläche der Schleimhaut aus beliebigen Bezirken des Darmes, am besten aber aus dem Dickdarm, angefertigt

worden sind, so wird man nicht selten wahrnehmen, dass an einzelnen, beschränkten Stellen eine reichlichere Ansammlung lymphoider Zellen in der Tunica propria vorkommt (Fig. 66 B), so dass die eingelagerten Schlauchdrüsen etwas weiter als gewöhnlich von einander abstehen. Solche Stellen haben keineswegs eine regelmässige, oder überhaupt scharfe Begrenzung und sind oftmals für das freie Auge weder an der unversehrten Schleimhaut, noch an den Schnittpräparaten erkennbar. Erreichen sie aber einen bedeutenderen Um-

Fig. 66.

A Senkrechter Durchschnitt durch die Schleimhaut des menschlichen Dünndarmes. Durch Schütteln in einer Eprouvette ist das Epithel und die Drüsenzellen vollständig entfernt, so dass nur das Schleimhautgerüste erhalten ist.
a Körper der Zotten, b Schleimhautgerüste zwischen den Lieberkühn'schen Drüsen, c Muscularis mucosae.
B Flachschnitt durch die Schleimhaut des Dickdarmes der Katze. Durch Schütteln ist der grösste Theil der Lieberkühn'schen Drüsen entfernt. Ungefähr in der Mitte ist das Schleimhautgerüste mit zahlreichen Lymphkörperchen infiltrirt.
(Hartnack, Syst. V. Ocul. 2.)

fang und wird zugleich durch die stärkere Anhäufung von adenoidem Gewebe eine merkliche, locale Verdickung der Schleimhaut erzeugt, so hat man jene Gebilde vor sich, welche als *Follikel* des Darmes bekannt sind. Wir werden derselben noch später zu gedenken haben.

Auch die *Gestaltung* des Schleimhautgewebes erscheint in gewisser Beziehung sehr ähnlich der des Magens, aus dem Grunde, weil es hier wie dort zahlreiche, schlauchförmige Drüschen eingelagert enthält. In Betreff des Dickdarmes ist die Uebereinstimmung eine vollkommene. Im ganzen Bereiche des dünnen Gedärmes aber wird die Gestaltung der Schleimhaut wesentlich complicirt

durch das Auftreten zahlreicher, weit über das Niveau vorragender Erhabenheiten — der *Darmzotten* (*Villi intestinales*), welche sich unmittelbar aus dem honigwabenähnlichen Gerüste der Schleimhaut heraus entwickeln. Das Verhältniss der Darmzotten zu dem letzteren lässt sich am besten an einem Durchschnitt der Darmschleimhaut ersehen, welcher, nicht zu dünn und genau senkrecht zu der Oberfläche geführt, durch Schütteln oder Pinseln von dem Epithel und den Drüsenzellen völlig befreit worden ist. Ein solches Objekt ist in Fig. 66 A dargestellt.

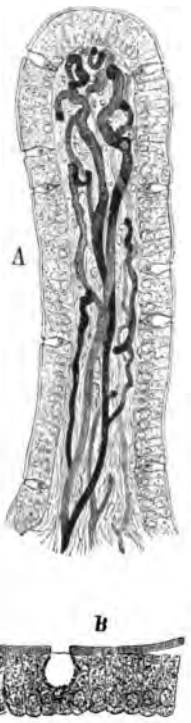
Ihrer Form nach sind die Darmzotten bald mehr weniger langgestreckt, cylindrisch oder pyramidenförmig, bald mit breiterer Basis aufsitzend, von zwei Seiten her abgeflacht, kamm- oder blattartig. Ersteres ist gewöhnlich im Bereiche des Ileum, letzteres im Zwölffingerdarme vorherrschend. Nicht minder variabel sind die Dimensionen der Darmzotten. Während die cylindrischen Formen bis zu 1 Mm. nach der Höhe und 150—300 μ nach der Dicke messen können, erreichen die blattartigen Zotten kaum die Hälfte dieser Höhe, dafür aber 1—1·5 Mm. an ihrer verbreiterten Basis. Auch die Zahl der Zotten, welche der Flächeneinheit der Darmschleimhaut aufsitzen, ist sehr grossen Schwankungen unterworfen. Von den zahlreichen Momenten, welche, abgesehen von der Localität, die genannten Eigenschaften der Zotten beeinflussen, mögen hervorgehoben werden: der jedesmalige Ausdehnungszustand eines Darmstückes, die angewendeten Präparationsmethoden, und mit Bezug auf die Form und Dimensionen der Zotten insbesondere der Contractionszustand der eigenen Muskelelemente. Es enthält nämlich eine jede Darmzotte in ihrem Inneren eine Anzahl zerstreut liegender, der Länge nach gerichteter, glatter Muskelfasern (*E. Brücke*), welche aus der Muscularis mucosae sich abgezweigt haben und durch die Schleimhaut hindurch bis gegen die Spitze der Zotte verfolgt werden können. (Zu ihrem Nachweise sind übrigens Querschnitte durch die Zotten besonders geeignet.) Es ist einleuchtend, dass durch die Action dieser musculösen Elemente die Zotte als Ganzes verkürzt werden muss. Bei stärkerer Zusammenziehung entstehen ausserdem gewöhnlich mehrfache, seichtere oder tiefere Einkerbungen an dem seitlichen Umfang der verbreiterten Zotte. Auch circulär angeordnete Muskelelemente sind als ein constantes Vorkommen beschrieben worden (*Moleschott, v. Tannhofer*).

Die *Muscularis mucosae* ist im ganzen Bereiche des Darmes

zu zwei, wohl abgegrenzten Schichten, einer äusseren mit longitudinalen und einer inneren mit quergestellten Fasern geordnet.

Die *Submucosa* zeigt bezüglich ihres Aufbaues die bereits in der Einleitung geschilderten Verhältnisse. Die Dicke dieses Stratums ist erheblicher bei contrahirtem Darm, geringer im ausgedehnten Zustande desselben. Insbesondere ist zu bemerken, dass in alle Faltungen der Schleimhaut ein Theil der Submucosa sammt der Muscularis mucosae mit einbezogen ist, und dass die ausgiebige Verschiebbarkeit der Schleimhaut gegen die äusseren Muskelschichten vornehmlich in dem lockeren Bau des submucösen Bindegewebes ihren Grund findet. Nur an der Basis der *Kerkring'schen* Falten zeigt dasselbe ein strafferes Gefüge, und dies ist der Grund, warum sie sich erst ausgleichen lassen, nachdem der betreffende Theil der Submucosa abpräparirt worden ist.

Fig. 67.



A Längsdurchschnitt einer Darmzotte aus dem Ileum einer Katze. Die Blutgefässe sind mit Carminleim injicirt, in dem Epithel zahlreiche Becherzellen eingestreut. (Hartnack, Syst. VIII. Ocul. 2.)
B Aus einem Zupfpräparat des Zottenepithels (Katze). Der Basalsaum ist nach rechts hin von den Zellen abgehoben, und an der Stelle, wo eine Becherzelle sitzt, unterbrochen. (Hartn., Immers. Syst. X. Ocul. 3.)

Das *Epithelium* der Darmschleimhaut ist durchwegs ein einschichtiges und aus cylindrischen oder pyramidenförmigen Zellen zusammengesetzt (Fig. 67 A). Im frischen Zustande sehr blass, fast homogen und durchsichtig, erscheinen dieselben längere Zeit nach dem Tode oder nach Behandlung mit den üblichen Härtungsmitteln von zahlreichen, feineren oder gröberen Körnchen durchsetzt. War der Inhalt des Darmrohres mit Fett aus der genossenen Nahrung vermengt, so findet man auch die Epithelialzellen stets mit einzelnen oder zahlreichen, feinsten Fetttröpfchen versehen. Als eine besondere Eigenthümlichkeit dieser Zellen ist hervorzuheben, dass sie an ihrer, der freien Oberfläche zugewendeten Seite einen Aufsatz tragen, welcher durch besondere Strukturverhältnisse ausgezeichnet ist. Derselbe erscheint bei der Längenansicht der Zellen wie ein breiterer oder schmälerer, glänzender Saum, daher der dafür gebräuchliche Terminus: *Basalsaum*. Bei

der Untersuchung mit starken Vergrösserungen zeigt er eine sehr feine, geradlinige Streifung, welche der Längsrichtung der Cylinderzellen gleich gerichtet ist (Fig. 67 B). Nach Zusatz von Wasser hebt sich dieser Besatz gewöhnlich von der Zelle etwas ab und zerfällt endlich in einzelne, stäbchenförmige Gebilde, welche Flimmercilien nicht unähnlich sehen. Auch an Zupfpräparaten, welche nach Härtung des Darmes in Alkohol hergestellt werden, erscheint der Basalsaum häufig von den Zellen abgehoben, und zwar nicht selten als ein continuirliches Häutchen über eine ganze Reihe von Zellen hinweg. Die Bedeutung dieses Gebildes ist noch immer nicht recht klar geworden, trotzdem sich die bedeutendsten Histologen mit der Feststellung derselben beschäftigt haben. *Kölliker*, welcher nebst *Funke* die streifige Beschaffenheit des Basalsaumes zuerst erkannt hatte, betrachtete ihn als ein, den Cylinderzellen aufgelagertes, cuticulares Häutchen, welches durch eine Ausscheidung der Zellsubstanz erzeugt, aber von dieser durch die eigentliche Zellmembran getrennt sei. Die Streifung nahm *Kölliker* für den Ausdruck feiner Porenkanälchen, welche die Cuticula durchsetzen. *Brettauer* und *Steinach* nehmen, conform der Anschauung *Brücke's* an, dass der Basalsaum aus feinen, von einander getrennten Stäbchen bestehe, welche der Gestalt nach steifen Flimmercilien ähnlich sind und ohne Zwischenlagerung einer Zellmembran in die Substanz der Zelle übergehen (*Stäbchenorgan*). Diesen beiden, derzeit am meisten verbreiteten Ansichten gegenüber hat *Eimer* einen noch complicirteren, geschichteten Aufbau des Basalsaumes beschrieben, während *Dönitz* das Ganze nur als ein Kunstprodukt, von geronnenem Schleime herrührend, zu betrachten gewillt ist. Wie dem auch sei, von den allermeisten Autoren ist der Basalsaum als ein für die Resorption des Fettes aus dem Darmrohre bedeutungsvolles Gebilde erklärt worden.

Das untere, der Tunica propria aufsitzende Ende der Epithelzellen ist häufig kaum merklich verschmälert, erscheint aber in anderen Fällen, besonders nach Behandlung mit Chromsäure oder Osmiumsäure leicht zugespitzt oder in einen langen, dünnen Fortsatz ausgezogen — ein Verhalten, welches an isolirten Zellen sehr auffällig hervortritt. Einige Autoren, insbesondere *Eimer*, vertreten die Meinung, dass diese zugespitzten Enden der Zellen in das Gewebe des Zottenkörpers eindringen und mit den Elementen desselben in Verbindung stehen. Zwischen den verschmächtigten Endtheilen,

der Cylinderzellen sind stellenweise rundliche oder conische Ersatzzellen eingeschoben.

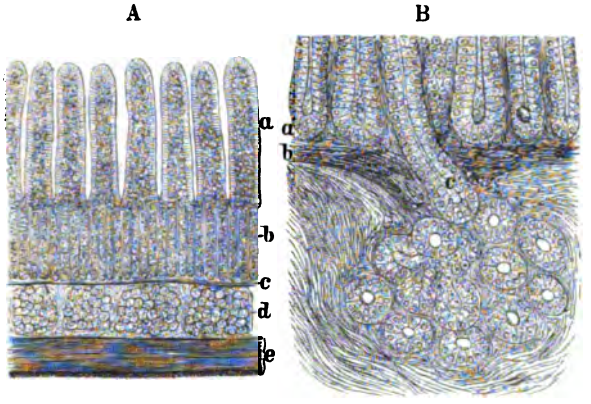
In ausserordentlich wechselnder Zahl findet man ferner in dem Epithelium der Darmschleimhaut die sogen. *Becherzellen* eingestreut (Fig. 67). Es zeigen dieselben, wie schon früher (Seite 61) erwähnt worden ist, annähernd die Gestalt eines Kelchglases mit einer oben offenen, etwas verengten Mündung. Der untere, zugespitzte Theil der Becherzellen, welcher den Kern enthält, ist feinkörnig getrübt, während der obere, bauchige Antheil völlig homogen, hell und durchsichtig erscheint. Der Basalsaum ist an der Stelle, wo eine Becherzelle liegt, stets unterbrochen. Die Umstände, welche auf die Anzahl der in dem Darmepithel vorhandenen Becherzellen Einfluss nehmen, sind noch nicht genügend bekannt. Sicher ist es, dass gewisse Thiere (Nagethiere) sie durchschnittlich reichlicher besitzen als andere, ferner, dass sie einige Zeit nach dem Tode, oder an Präparaten, welche kurze Zeit in *Müller'scher* Flüssigkeit gelegen sind, stets in grösserer Zahl erscheinen, als bei der Untersuchung in frischem Zustande, endlich, dass sie bei katarrhalischen Zuständen des Darmes in ganz ausnehmender Menge vorkommen (*Stricker*). Ihrer Bedeutung nach sind sie höchst wahrscheinlich modificirte Formen der gewöhnlichen Epithelzellen, welche durch Ansammlung von schleimiger Substanz hervorgerufen worden sind. Das zahlreichere Hervortreten derselben nach Behandlung mit *Müller'scher* Flüssigkeit dürfte durch eine nachträgliche Aufquellung des mucinhaltigen Zellinhaltes zu erklären sein. Von einigen Autoren werden sie übrigens als eigenthümliche, präformirte Gebilde, von *Leydig* und *F. E. Schulze* als einzellige Drüsen angesehen.

Mit Bezug auf die Abgrenzung des Epitheliums von der Tunica propria ist es noch immer zweifelhaft, ob eine besondere Basement-Membran zwischengelagert ist. Während *Dönitz* mittheilt, dass er im Stande war, eine solche als völlig strukturlose Haut im Zusammenhang mit der Membrana propria der *Lieberkühn'schen* Drüsen zu isoliren, hält *Kölliker* dafür, dass nur eine verdichtete Grenzschichte an der Oberfläche des Schleimhautgewebes vorhanden sei, welche keineswegs irgend welche Selbständigkeit besitze. So konnte auch *Eberth* eine solche Grenzschichte meist nur im Zusammenhang mit den unterliegenden Capillargefässen darstellen und fand sie von kleinen Oeffnungen durchbrochen. Dem gegenüber beschreibt *Watney* eine, aus platten, kernhaltigen Zellen zu-

sammengesetzte Membran unterhalb des Epithelialstratums, und auch *Krause* führt an, dass man durch Imprägnation des Gewebes mit Silpersalpeter eine endothelähnliche Zeichnung an der Grenze zwischen Epithel und Körper der Zotten hervorrufen könne.

Die *Drüsen* der Darmschleimhaut sind von zweierlei Art: Kurze, einfache *Schlauchdrüschen,* welche in der Tunica propria eingelagert, im ganzen Bereich des Dünn- und Dickdarmes verbreitet sind, und kleine, *acinöse* Drüschen, welche in der Submucosa ihren Sitz haben

Fig. 68.



A Senkrechter Durchschnitt durch die Wand des Zwölffingerdarmes der Katze. a Zotten, b Lieberkühn'sche Drüsen, c Muscularis mucosae, d Submucosa mit den Brunner'schen Drüsen, e Muscularis externa. (Hartnack, Syst. II. Ocul. 2.)
B Ein ähnlicher Durchschnitt bei stärkerer Vergrösserung.
a Unterer Theil der Lieberkühn'schen Drüsen, b Muscularis mucosae. In der Submucosa sind die Acini einer Brunner'schen Drüse sichtbar, deren Ausführungsgang (c) die Muscularis mucosae durchbricht.
(Hartnack, Syst. VIII. Ocul. 2.)

und nur auf die obere Hälfte des Zwölffingerdarmes beschränkt sind (Fig. 68).

Die ersteren, unter dem Namen der *Lieberkühn'schen Drüsen* (*Krypten*) bekannt, besitzen eine Auskleidung von cylindrischen Zellen, welche sich an der freien Mündung einer jeden Drüse an die Epithelzellen der Darmoberfläche anschliessen und auch in ihrem äusseren Aussehen diesen ziemlich ähnlich sind. Doch findet man niemals an ihnen eine ausgesprochene Pyramidenform, ihr centrales Ende ist vielmehr stets stumpf abgerundet, mitunter sogar etwas verbreitert. Nach der Angabe einiger Autoren soll sich der Basalsaum des Darmepithels auch über die Zellen der *Lieberkühn'schen* Drüsen

hin fortsetzen. Ich habe mich davon nie überzeugen können. — Die Membrana propria dieser Drüschen lässt sich durch Zerzupfen einer frischen Darmschleimhaut sehr leicht isolirt erhalten, und erscheint dann völlig homogen und strukturlos.

Ueber die Anordnung der *Lieberkühn'schen* Drüsen kann man sich am besten orientiren, wenn man an verschiedenen, frischen Darmstücken die äussere Muskelhaut und, so gut es geht, auch die Submucosa vorsichtig ablöst, die so isolirte Schleimhaut über einem durchlöcherten Brettchen ausspannt und mit Nadeln befestigt. Durch Bepinseln der freien Schleimhautoberfläche mit Galläpfeltinte und nachheriges Abspülen mit Wasser kann man das Bild noch viel prägnanter machen. Bei Untersuchung mit ganz schwachen Vergrösserungen überzeugt man sich, dass die Abstände der *Lieberkühn'schen* Drüsen von einander, je nach dem Grade der geübten Ausdehnung, grösser oder kleiner sein können, dass sie aber, soweit nicht die Zotten oder eingelagerte lymphoide Follikel Unterbrechungen verursachen, allenthalben ziemlich gleichmässig vertheilt sind. Im Bereiche des Dickdarmes, wo die Zotten fehlen, reihen sie sich daher viel dichter aneinander, auch sind sie hier nicht unerheblich breiter und länger, als wie im Dünndarme. In dem letzteren sitzen sie an den Stellen, welche von Zotten frei bleiben und erscheinen oft kranzartig um die Basis derselben geordnet.

Die *acinösen* Drüsen des Zwölffingerdarmes führen nach ihrem Entdecker den Namen der *Brunner'schen Drüsen*. Sie liegen im submucösen Bindegewebe und gleichen in ihrem feineren Bau völlig den kleinen Schleimdrüschen der Zunge und des Pharynx. Einem dendritisch verzweigten Gange sitzen an den Endzweigen kugelige oder ellipsoidische Acini auf, mit cylindrischen Drüsenzellen ausgekleidet und von einer strukturlosen Membrana propria umschlossen. In der Mitte eines jeden Acinus ist das Lumen sehr deutlich zu erkennen. Der Ausführungsgang, seiner ganzen Länge nach mit Cylinderzellen besetzt, durchbricht die Muscularis mucosae und zieht parallel den *Lieberkühn'schen* Drüsen nach der Oberfläche der Schleimhaut. Es gelingt übrigens nicht leicht, ihn an Durchschnittspräparaten in seinem ganzen Verlauf zu sehen. — Die *Brunner'schen* Drüsen nehmen beim Menschen das obere Querstück und den absteigenden Theil des Zwölffingerdarmes ein und bilden nahe dem Pylorus ein dicht zusammenhängendes Lager. Im absteigenden Theil werden

sie allmälig spärlicher und finden sich unterhalb der Einmündungsstelle des Gallenganges nur mehr ganz vereinzelt.

Abgesehen von den angeführten Drüsen ist noch von anderartigen Einlagerungen der Darmschleimhaut zu sprechen, welche durch *adenoides Gewebe* erzeugt werden und im ganzen Bereiche des Dünn- und Dickdarmes verbreitet sind. Sie werden als *solitäre Follikel* beschrieben, wenn das adenoide Gewebe zu vereinzelten, mehr weniger scharf umgrenzten, kugeligen oder birnförmigen Massen geformt ist, als *Payer'sche Plaques*, wenn eine grössere Zahl solcher Follikel zu einer geschlossenen Gruppe vereinigt ist.

Die *solitären Follikel* haben zunächst ihren Sitz in der Tunica propria, und sind als locale Modificationen des Gewebes derselben aufzufassen. Sie unterscheiden sich ihrem feineren Bau nach von dem übrigen Schleimhautgewebe durch den völligen Mangel aller fibrillären Elemente, durch ein sehr zartes, engmaschiges, zelliges Reticulum und durch die grosse Zahl der lymphoiden Zellen. Von ganz kleinen, nur mit Hülfe des Mikroskopes erkennbaren Herden (vergl. Seite 374) kann sich diese adenoide Umwandlung des Schleimhautgewebes bis auf eine Strecke von 1—2 Mm. im Durchmesser verbreiten und führt dann gewöhnlich zu einer umschriebenen Verdickung der Schleimhaut, welche sich als ein mohnkorn- bis hanfkorngrosses, erhabenes Knötchen dem freien Auge präsentirt. Solche stellen die typischen solitären Follikel der Autoren dar.

Die mikroskopische Untersuchung ergibt, dass im Bereiche eines solchen Follikels entweder gar keine, oder, wie es beim Menschen häufig vorkommt, ganz vereinzelte *Lieberkühn'sche* Drüsen eingelagert sind, welche sich ausserdem in mannigfacher Weise verbogen und verzerrt zeigen. Nicht minder fehlen im Bereiche des Follikels die Darmzotten.

Nicht immer aber gibt sich eine derart umgewandelte Schleimhautparthie dem freien Auge als ein vorragendes Knötchen zu erkennen; sie kann völlig flach, nicht selten sogar als eine grübchenförmige Vertiefung erscheinen und zwar aus verschiedenen Ursachen. In manchen Fällen ist die adenoide Umwandlung des Schleimhautgewebes überhaupt mehr der Fläche nach ausgebreitet, ohne zu einer erheblichen Verdickung der Schleimhaut zu führen. In anderen Fällen — besonders häufig ist dies an den *Peyer'schen* Plaques und bei contrahirten Darmstücken zu beobachten — sind zwar erhabene Follikel vorhanden; da sie aber selbst keine Zotten tragen, während

in ihrem Umkreise solche in grösserer Zahl befindlich sind, so kommen die Kuppen der Follikel entweder mit den Spitzen der Zotten in ein Niveau zu liegen, oder werden sogar von diesen überragt; in dem letzten Falle erscheint dann entsprechend dem Follikel ein seichtes Grübchen. Aehnliches kommt recht häufig im Dickdarm des Menschen und namentlich in seinem unteren Abschnitte vor, jedoch aus einer anderen Ursache. Wie schon erwähnt, besitzen die *Lieberkühn'schen* Drüsen des Dickdarmes eine beträchtliche Höhe und stehen dicht an einander gereiht; nur die lymphoid infiltrirten Stellen der Schleimhaut bleiben von ihnen ganz oder zum grössten Theile frei. Ist nun das adenoide Gewebe mehr der Fläche nach ausgebreitet, oder wie es bei stark abgemagerten Personen gewöhnlich vorkommt, mehr oder weniger geschwunden, so entspricht einer jeden solchen drüsenfreien Stelle eine seichte Einsenkung der Schleimhautoberfläche.

Aus den angeführten Momenten ist es leicht erklärbar, weshalb das Vorkommen und das Aussehen der solitären Follikel so zahlreichen individuellen Varietäten unterworfen ist. Dazu kommt noch der schon berührte Umstand, dass sie an marastischen Leichen stets nur wenig entwickelt sind, während sie bei plötzlich verstorbenen Individuen in der Regel sehr deutlich ausgeprägt und in grosser Zahl schon für das freie Auge sichtbar sind. Recht häufig sind sie auch der Sitz von Erkrankungen, woraus sich dann weitere Veränderungen an ihnen ergeben, welche uns indessen hier nicht weiter beschäftigen können.

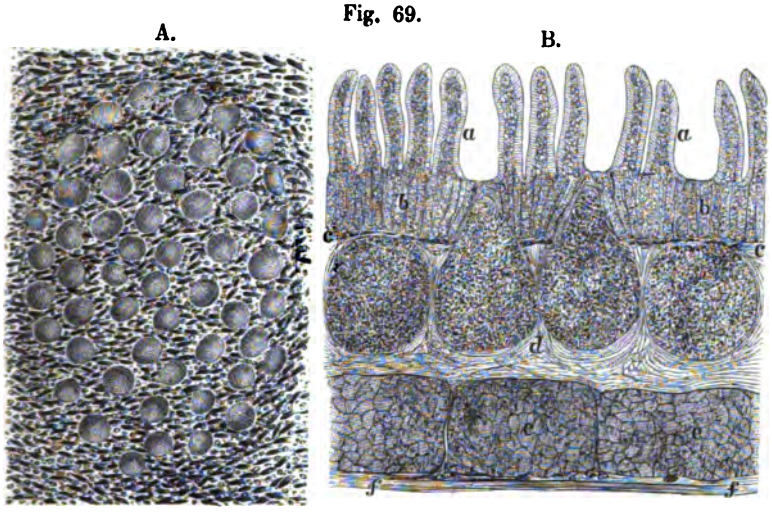
Es muss nun noch nachgeholt werden, dass die solitären Follikel gewöhnlich über das Bereich der Tunica propria in die Submucosa hineinragen, wobei dann die Muscularis mucosae eine Unterbrechung erleidet; ja nicht selten ist in der letzteren ihr grösserer Antheil gelegen. Ob sie sich auch selbständig in der Submucosa bilden können, dürfte sich schwer entscheiden lassen.

Die *Peyer'schen Plaques*, deren Lage, Form und Ausbreitung in der Anatomie behandelt wird, sind durch gruppenweise Aneinanderlagerung einer wechselnden Anzahl von solitären Follikeln erzeugt (Fig. 69). Nach dem, was bezüglich der letzteren eben vorgebracht worden ist, sind auch die zahlreichen individuellen Verschiedenheiten der Plaques zu beurtheilen. Es ist nur noch hinzuzufügen, dass in vielen Fällen alle Follikel einer Gruppe scharf von einander gesondert sind und, je nach dem Ausdehnungszustande der Schleimhaut, grössere oder kleinere Zwischenräume zwischen sich

lassen, in welchen dann Zotten und *Lieberkühn'sche* Drüsen eingepflanzt sind. In anderen Fällen, und zwar nicht selten, confluiren einzelne oder die Mehrzahl der Follikel mit ihren seitlichen Flächen, ja beim Menschen findet man mitunter einen ganzen Plaque aus einer diffusen Masse von adenoidem Gewebe gebildet, aus welcher sich einzelne Follikel mehr oder weniger deutlich hervorheben.

Ausser in den *Peyer'schen* Plaques kommt eine sehr dichte Häufung von lymphoiden Follikeln noch in der Schleimhaut des Processus vermiformis vor.

Fig. 69.



A Peyer'scher Plaque aus dem Ileum des Menschen, bei stark ausgedehnter Schleimhaut von der Fläche her gesehen. (7fache Vergrösserung.)
B Senkrechter Durchschnitt eines Peyer'schen Plaque's aus dem Dünndarm der Katze. a Darmzotten, b Lieberkühn'sche Drüsen, c Muscularis mucosae, theilweise durch die Follikel durchbrochen, d Submucosa, e senkrechter Durchschnitt der circulären Muskelfaserschichte, f Längsmuskelschichte. (Hartnack, System II. Ocul. 2.)

Die *äussere Muskelhaut* des Darmes zerfällt allerwärts in zwei wohl gesonderte Schichten, von welchen die äussere aus längslaufenden, die innere aus circulären Fasern zusammengesetzt ist. Die Dicke beider Schichten wechselt je nach dem Contractionszustande, stets ist jedoch die circuläre Schichte um ein Beträchtliches stärker als die longitudinale. Fleischfresser besitzen eine viel ausgebildetere Darmmuskulatur als Pflanzenfresser. Im Bereiche des dünnen Gedärmes ist die Muskulatur in der ganzen Circumferenz des Rohres gleichmässig vertheilt, während im Dickdarme die Längs-

faserschichte entsprechend den *Taeniae coli* eine ganz erhebliche Stärke besitzt, zwischen diesen aber nur in einer äusserst dünnen Lage auftritt. Beim Uebergang des Ileum in das Coecum übergeht die circuläre Muskelschichte völlig in die *Bauhin'sche* Klappe, indess die Längsfaserschichte oberflächlich von dem dünnen auf das dicke Gedärme fortzieht. Im Bereiche des Mastdarmes ist die Vertheilung der Muskulatur wieder eine ziemlich gleichmässige. Der Sphincter ani internus wird durch eine locale Verdickung der glatten Ringfaserlage gebildet. Der Sphincter externus hingegen besteht aus Bündeln quergestreifter Fasern, welche streckenweise parallel neben einander laufen, zum Theil aber sich mehrfach durchflechten. Die Longitudinalfaserschichte des Mastdarmes endigt nach abwärts in der Weise, dass die einzelnen Bündel derselben in dünne, elastische Sehnen übergehen, welche theils den Sphincter ani externus durchsetzen, theils schon früher sich in dem umliegenden Gewebe verlieren. Eine scharfe Abgrenzung der glatten von der quergestreiften Muskulatur kommt übrigens in der Aftergegend ebenso wenig als wie im Oesophagus vor.

Die Blutgefässe des Magens und Darmes. Entsprechend der vielfachen Uebereinstimmung in dem Aufbau der Wandungen des Magens und des Darmes, erfolgt auch die feinere Vertheilung der Blutgefässe nach einem, beiden gemeinschaftlichen Schema. Völlig übereinstimmend verhalten sich in dieser Hinsicht der Magen und der Dickdarm *), während im Dünndarm durch die Anwesenheit der Darmzotten die Anordnung der Blutgefässe einigermassen modificirt wird. Als Ausgangspunkt der Beschreibung mag der Magen gewählt werden.

Die *arteriellen* Aestchen schicken noch vor dem Eintritt in das Organ feine Zweige an den Peritonealüberzug ab und durchbrechen dann die Längsmuskelschichte. Zwischen dieser und der Querfaserschichte erfolgt eine weitere Abgabe von Zweigen, welche sich in der ganzen Muscularis externa verbreiten und zwischen den Bündeln derselben ein langmaschiges Capillarnetz bilden. Die grösseren

*) Ein erheblicher Unterschied besteht nur in der Vertheilung der gröberen Gefässe, insoferne, als im Bereiche des Dickdarmes die Zugangspforte derselben auf eine fortlaufende Linie beschränkt ist, während an den Magen von mehreren Seiten Gefässe herantreten.

arteriellen Zweige dringen nun auch durch die quere Muskelschichte und breiten sich in der Submucosa unter wiederholter, dichotomischer Ramification und unter mehrfacher Anastomosenbildung der Fläche nach aus. Die so schon äusserst fein gewordenen, arteriellen Zweigchen treten von hier allenthalben durch die Muscularis mucosae hindurch und breiten sich in der Schleimhautregion, welche zwischen der letzteren und dem blinden Ende der tubulösen Drüsen gelegen ist, abermals der Fläche nach aus. Während dessen schicken sie sich gegenseitig Anastomosen zu, zerfallen aber sehr bald in ihre Endzweigchen. Aus diesen entwickelt sich ein reiches Capillarsystem, dessen ziemlich enge Röhrchen in den Septen zwischen den Schlauchdrüsen gelegen sind und unter netzartigen Verbindungen, in steilen Spiraltouren die letzteren umziehen. In den obersten Schleimhautschichten erweitern sich die Capillarröhrchen bis auf das Doppelte ihres früheren Durchmessers und ordnen sich unmittelbar unter dem Epithel kranzartig um die Mündungen der Schlauchdrüsen. Aus diesen oberflächlichen (venösen) Capillaren gehen die Wurzeln der Venen hervor, welche als verhältnissmässig weite Röhrchen, in regelmässigen Abständen von einander, senkrecht durch die Tunica propria in die Tiefe ziehen, um sich noch in dem Bereiche derselben in ein Sammelnetz einzusenken. Dieses ist zwischen dem Grunde der Schlauchdrüsen und der Muscularis mucosae mit weiten, polygonalen Maschen ausgebreitet und nimmt sämmtliche Wurzelstämmchen der Schleimhautvenen in sich auf. Die aus dem Sammelnetze abführenden Venen legen sich dann in der Submucosa an die Arterienzweigchen an und verlaufen weiter stets diesen entlang.

Die Anordnung der Blutgefässe im Bereiche der Schleimhaut des *Dünndarmes* unterscheidet sich zunächst dadurch, dass die arteriellen Endästchen am Grunde der schlauchförmigen Drüsen nur zum Theile in Capillaren sich auflösen, während eine grosse Zahl anderer durch die Schleimhautsepten bis zu den Zotten hinaufzieht. Eine jede Zotte erhält ein oder zwei solcher Zweigchen, welche schon an ihrer Basis oder etwas höher oben in das Capillarsystem übergehen. Dieses steht in allseitigem, unmittelbarem Zusammenhang mit den zwischen den *Lieberkühn'schen* Drüsen hinziehenden Capillargefässchen und breitet sich in dem peripheren Theile des Zottenkörpers, unmittelbar unter dem Epithel, mit polygonalen Maschen aus. Die Venen der Dünndarmschleimhaut wurzeln ausnahmslos in den Spitzen der Zotten, wo sie sich aus den etwas erweiterten Capillaren

sammeln und als einfache Stämmchen durch den Zottenkörper nach abwärts verlaufen, um in das venöse Sammelnetz am Grunde der *Lieberkühn'schen* Drüsen sich zu ergiessen.

Andere Modifikationen des Blutgefässverlaufes sind entsprechenden Ortes durch die Einlagerung der lymphoiden Follikel und der *Brunner'schen* Drüsen bedingt. Die letzteren werden stets schon von der submucösen Gefässramification mit Zweigen bedacht, die ersteren beziehen sie, je nach ihrer Lage, zum Theil aus dieser, zum Theil aber aus den Endgefässen der Tunica propria.

Ueber die Gefässanordnung im Inneren dieser Gebilde vergleiche S. 291 und 333.

Es möge noch besonders hervorgehoben werden, dass für das Studium der beschriebenen Gefässausbreitung die Untersuchung von Durchschnittspräparaten allein keineswegs hinreichend ist. Eine erschöpfende Anschauung kann man sich nur an Flächenpräparaten verschaffen, welche durch Ablösung der injicirten Schleimhaut und Durchtränken derselben mit Terpentinöl bis zur völligen Durchsichtigkeit leicht hergestellt werden können.

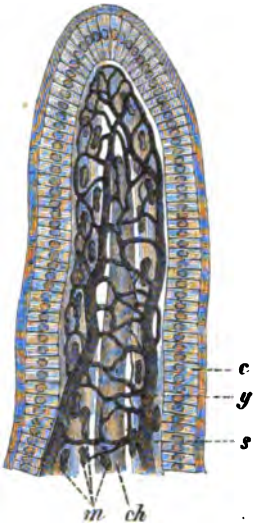
Die Lymphgefässe des Magens und Darmes bilden für die äussere Muskelhaut und für die Schleimhaut gesonderte Capillargebiete. Mit Bezug auf die erstere ist seit *Auerbach* bekannt, dass sowohl in der Längs- als auch in der Ringfaserschichte zwischen den einzelnen Muskelbündeln ziemlich reichliche Lymphcapillaren eingelagert sind, welche ein nach der Verlaufsrichtung der Muskelfasern langgestrecktes Netzwerk formen. Ihren Abfluss finden diese Gefässe durch Vermittlung eines *interlaminären* Lymphgefässnetzes (*Auerbach*), welches zwischen den beiden Muskellagen seinen Sitz hat.

Im Bereiche der Schleimhaut kommen durchwegs zwei, der Fläche nach ausgebreitete Lymphgefässnetze vor, deren eines in der Submucosa, das andere über der Muscularis mucosae, am Grunde der schlauchförmigen Drüsen sich findet. Das letztere ist viel reichhaltiger, dichter und aus mässig weiten Capillaren zusammengesetzt und steht durch zahlreiche, schräg die Muscularis mucosae durchsetzende Röhrchen mit dem gröberen, weitmaschigen, submucösen Netze allenthalben in Zusammenhang. Aus dem submucösen Netzwerke sammeln sich bereits klappenführende Lymphgefässstämmchen, welche die äussere Muskelschichte durchbrechen und während dem die abführenden Gefässchen des interlaminären Netzes in sich aufnehmen. Die Durchtrittsstellen der Lymphgefässstämmchen durch

die Muskelhaut entsprechen zum grösseren Theile genau der Anheftung des Gekröses, in welches sie dann sofort übertreten. Eine Anzahl anderer Gefässstämmchen, welche etwas abseits davon die äussere Muskelhaut durchdringen, verlauft noch eine Strecke weit unter dem Bauchfellüberzug, bis sie den Gekrösansatz erreichen (*subseröse Lymphgefässe*).

Während die eben geschilderte Anordnung im Magen und Darm allerwärts völlig übereinstimmend sich findet, kommen nun die Eigenthümlichkeiten zu besprechen, welche den einzelnen Abschnitten in Betreff der ersten Anfänge der Lymphgefässe in der Schleimhaut zukommen. In der Schleimhaut *des Magens*, wo sie zuerst durch *Lorèn* dargestellt worden sind, treffen wir sie in Gestalt unregelmässiger, häufig ausgebuchteter Röhrchen, welche in den Septen zwischen den Labdrüsen gelegen und im Allgemeinen den letzteren parallel geordnet sind. Je zwei derselben sind stets durch eine ganze Gruppe von Labdrüsen von einander getrennt. Sie beginnen leicht zugespitzt, oder auch stumpf abgerundet, knapp unter dem Epithel und scheinen in ihrem Laufe durch die Drüsenschichte nur selten zu anastomosiren. Am Grunde derselben senken sie sich in das dort befindliche Capillarnetz ein. Aehnliche Verhältnisse finden sich im *Dickdarm*, jedoch kommen dort gewöhnlich zahlreichere Anastomosen und förmliche Netzbildungen der Lymphröhrchen um die *Lieberkühn'schen* Drüsen herum vor. — Im *Dünndarm* haben wir die Anfänge der Lymphgefässe (Chylusgefässe) in den Zotten zu suchen. In den cylindrischen Zotten des Menschen findet sich ein ziemlich weites, im gefüllten Zustande etwa den vierten Theil der ganzen Breite der Zotte einnehmendes Lymphgefäss, welches blindsackförmig an dem äussersten Ende der Zotte beginnt und in der Axe derselben nach abwärts verläuft (*centraler Zottenraum*). An der Basis der Zotte bemerkt man an ihm unter Umständen eine bauchige Erweiterung, welche unter dem

Fig. 70.



Schema einer Darmzotte nach Leydig. ch centraler Zottenraum, m Kerne der glatten Muskelfasern, s Schleimhautgerüste, g Blutgefässe, c Cylinderepithel mit dem Basalsaum.

Namen der *Lieberkühn'schen* Ampulle bekannt ist. In den breiteren Zotten kommen nicht selten zwei, oder auch drei solcher Gefässe vor, welche durch Queranastomosen zusammenhängen. In den mehr faltenartigen Zotten der Batrachier sind durch *C. Langer* ganze Netze von Lymphgefässen nachgewiesen worden. Es ist besonders hervorzuheben, dass in allen diesen Fällen durch Injection von Silbersalpeter eine vollständige, endotheliale Wandung als Grenze des Lymphgefässes gegen das Gewebe der Zotte dargestellt werden kann (*v. Recklinghausen, Auerbach*). Von der Basis der Zotten ziehen diese Gefässe durch die Schichte der *Lieberkühn'schen* Drüsen hindurch und ergiessen sich in das, über der Muscularis mucosae gelegene Lymphgefässnetz.

Das besondere Verhalten der Lymphgefässe zu den lymphoiden Follikeln ist bereits auf Seite 280 dargelegt worden.

Die Nerven des Magens und des Darmes. Die ziemlich reichlichen, aus marklosen und markhaltigen Fasern zusammengesetzten Nervenstämmchen, welche in die Wandungen des Magens und Darmes eindringen, stellen schon unter dem Peritonealüberzuge durch reichliche Anastomosenbildung ein ansehnliches Netzwerk her. Aus diesem zweigen sich allerorts Nervenfaserbündel ab, welche die longitudinale Muskelfaserschichte durchbrechen und zwischen dieser und der Circulärschichte einen eigenthümlichen, mit zahlreichen mikroskopischen Ganglien versehenen Plexus bilden (*Plexus myentericus, Auerbach'scher Plexus*). Derselbe ist dadurch ausgezeichnet, dass sowohl die Nervenfaserbündel als auch die Ganglien, welche sich an seiner Bildung betheiligen, ganz platte Bänder und Streifen darstellen, wie es dem schmalen Zwischenraum zwischen den beiden Muskellagen entspricht. Die Maschen des Plexus sind ziemlich eng, rundlich oder rechteckig. In seinen verbreiterten Knotenpunkten lagern allenthalben grössere oder kleinere Ganglienzellengruppen, welche sich häufig auch an der Seite der Nervenfaserbündel eine Strecke weit fortziehen.

Die Ganglienzellen selbst sind ebenfalls plattgedrückt, mit mehreren feinen Fortsätzen versehen, mittelst welcher sie marklosen Nervenfasern den Ursprung geben, so dass in dem Plexus eine ganz massenhafte Faservermehrung erfolgt. Aus ihm gehen nach beiden Muskelschichten hin zahlreiche, feine Nervenstämmchen ab. Bezüglich des weiteren Verhaltens der letzteren kann auf die allgemeine

Besprechung der Nervenendigung in den glatten Muskeln (Seite 228) verwiesen werden.

Ein Theil der nach einwärts ziehenden Nervenstämmchen durchbricht die circuläre Muskelschichte, um in die Submucosa zu gelangen, woselbst es wieder zur Bildung eines reichhaltigen Nervenplexus kommt, welcher als *Meissner'scher Plexus* bekannt ist; auch in ihm sind zahlreiche mikroskopische Ganglien eingelagert. Der *Meissner'sche* Plexus entsendet seine Fasern zum Theil wieder in die circuläre Schichte der Muscularis externa, zum Theil zur Muscularis mucosae und endlich zur Schleimhaut selbst. In dieser gelingt es ab und zu, zwischen den Schlauchdrüsen feine, marklose Nervenfasern wahrzunehmen. Ihre Endigungen sind bis jetzt nicht sicher bekannt. Die Darstellung dieser Nervenplexus gelingt am besten nach Härtung eines ausgeweiteten Darmes in chromsaurem Ammoniak und Färbung mit Carmin oder Chlorgold. Auch Einlegen in verdünnten Holzessig, oder in ganz schwache Essigsäure ist ein sehr zu empfehlendes Mittel. Zweckmässig ist es, vorerst Därme von kleinen Nagethieren zu benützen.

7) Die Speicheldrüsen.

Die hierher gehörigen Organe — die *Unterkieferdrüse* (*Gland. submaxillaris*), die *Unterzungendrüse* (*Gland. sublingualis*), die *Ohrspeicheldrüse* (*Gland. Parotis*) und die *Bauchspeicheldrüse* (*Pankreas*) — sind sämmtlich nach dem acinösen Typus gebaut, stimmen also nach der allgemeinen Anlage ihrer Formationen untereinander überein. Eine genauere Untersuchung zeigt aber, dass trotzdem zwischen ihnen mancherlei, nicht unwesentliche Unterschiede obwalten, welche sich zu allermeist auf die Ramificationsweise der Drüsengänge und auf den feineren Bau der Acini beziehen.

Wenn wir uns zunächst zu den histologischen Verhältnissen der *Drüsenacini* wenden, muss vor Allem auf eine physiologische Thatsache hingewiesen werden, welche in neuerer Zeit durch *R. Heidenhain* und seine Schule eine besondere Würdigung erfahren hat. Es ist bekannt, dass das Secret einiger Speicheldrüsen durch einen besonders grossen Gehalt an Schleimstoff (Mucin) sich auszeichnet, während andere Speicheldrüsen ein ganz wässeriges (seröses), von Schleimbeimengung völlig freies Secret liefern. Dieser

functionellen Differenz entsprechen gewisse Eigenthümlichkeiten in dem feineren Bau der Drüsenacini. Es hat sich nun aber gezeigt, dass es nicht bei allen Thieren immer die analogen Speicheldrüsen sind, welche zur Schleimproduktion befähigt sind, sondern dass z. B. die Submaxillardrüse bei gewissen Gattungen ein seröses, bei anderen aber ein schleimhaltiges Secret absondert. Weiters hat man erfahren, dass eine und dieselbe Drüse (Submaxillaris des Menschen) in ihren verschiedenen Abschnitten nicht durchwegs dieselben histologischen Eigenschaften besitzen muss, sondern hier der einen, dort der andern Art der Speicheldrüsen entsprechend gebaut sein kann. Endlich ist daran zu erinnern, dass man auch an den kleinen Schleimdrüschen der Mund- und Nasenhöhle ähnliche Differenzen beobachtet hat. Zuerst war es *Anton Heidenhain*, welcher nachgewiesen hat, dass beim Hund, Kaninchen und auch beim Menschen die kleinen, acinösen Drüschen der Nasenschleimhaut kein schleimiges, sondern ein seröses Secret liefern und dass sie von den gewöhnlichen Schleimdrüschen durch die Beschaffenheit ihrer Secretionszellen verschieden sind. Er hat für sie den Terminus: *Glandulae serosae* eingeführt. Später hat v. *Ebner* an der Zunge vieler Säugethiere und des Menschen das Vorkommen von serösen Drüschen neben wahren Schleimdrüschen constatirt (vergl. Seite 360) und ebenso *Lavdowsky* in der Schleimhaut des Schlundes und des Kehlkopfes beim Kaninchen. Auf Grund der angeführten Thatsachen und gestützt auf eigene, ausgedehnte Studien hat nun *Lavdowsky* die Eintheilung der in die Mundhöhle einmündenden Speicheldrüsen in zwei Gruppen, in *Schleimspeicheldrüsen* und *seröse Speicheldrüsen* vorgeschlagen.

Zu den Schleimspeicheldrüsen zählt er:

die *Submaxillaris* der Katze,

die *Sublingualis* des Hundes, der Katze, des Kaninchens und des Menschen;

zu den serösen Speicheldrüsen:

die *Submaxillaris* des Kaninchens,

die *Parotis* des Hundes, der Katze, des Kaninchens und des Menschen.

Die *Submaxillardrüse* des Hundes und des Menschen, welche stellenweise die Eigenthümlichkeiten der serösen Drüsen, stellenweise aber die der Schleimdrüsen zeigt, kann daher unter keine der genannten Gruppen eingestellt werden — sie zeigt eben einen ge-

mischten Bau. Das Pankreas muss den serösen Speicheldrüsen an die Seite gesetzt werden.

Mit Bezug auf den *feineren Bau der Acini* in den einzelnen Speicheldrüsen ist nun folgendes zu bemerken.

Die *Sublingualdrüse*, welche als Typus der Schleimspeicheldrüsen betrachtet werden kann, lässt zweierlei Arten von Zellen in ihren Acini erkennen. Die eigentlichen Secretionszellen, welche das Lumen unmittelbar umgeben, sind in ihrer Form abgestutzten Kegeln vergleichbar, deren Basis nach aussen gerichtet ist. Sie sind scharf contourirt, hell und durchsichtig, bald ganz homogen, bald mit einzelnen, feinen, blassen Körnchen versehen. An der Basis tragen sie einen schüppchenartigen, seitwärts gerichteten Fortsatz, welcher sich unter die nächst gelegene Zelle einschiebt. Der Kern ist meist ganz an das periphere Ende der Zelle verschoben, abgeplattet und von rundlichem oder ovalem Umriss. Häufig ist aber auch gar kein Kern zu entdecken. Durch Behandlung mit Carmin lässt sich der Zellkörper fast gar nicht, der Kern in verschiedenem Masse roth färben. Wegen ihres grossen Gehaltes an Mucin haben diese Zellen auch den Namen *Schleimzellen* erhalten. — Eine zweite Art von Zellen ist an der Peripherie des Acinus, unmittelbar unter der Membrana propria, eingelagert und erscheint an Durchschnittspräparaten in Form von stark granulirten, sichelförmigen Streifen (*Halbmonde, Lunulae, Randzellen*), welche die Basalenden der Secretionszellen bedecken und eine oder mehrere derselben umfangen können. Sie lassen sich durch Carmin, Hämatoxylin, Chlorgold leicht färben und zeigen dann deutlich einen oder mehrere, kleine, elliptische Kerne in ihrem Inneren. Es kann als erwiesen betrachtet werden, dass ein jeder dieser Halbmonde aus einer Anzahl von kleinen, dicht gedrängten, eckigen Zellen besteht, deren Grenzen jedoch nur schwer sichtbar sind. Daher auch die Bezeichnung *Randzellencomplexe.* (*R. Heidenhain*) *Lavdowsky,* dem es gelungen ist, an der entsprechend gebauten Orbitaldrüse diese Einzelnzellen isolirt darzustellen, gibt überdiess an, dass von ihnen aus feine, protoplasmatische Ausläufer mit netzartigen Verbindungen zwischen die Schleimzellen eindringen.

Es bedarf wohl kaum des Hinweises, dass in dem morphologischen Verhältniss der Randzellen zu den Schleimzellen eine auffallende Analogie besteht mit den delo- und adelomorphen Zellen der Labdrüsen. Nach der Anschauung *Heidenhain's* ist die Bedeutung der Randzellencomplexe darin zu suchen, dass sie als Ersatzzellen für die

während der Secretion zu Grunde gehenden Schleimzellen bestimmt seien. Er schliesst dies hauptsächlich aus einer beträchtlichen Vermehrung der Randzellen, welche er an der functionirenden Submaxillaris des Hundes beobachtet hatte.

Die Membrana propria der Acini besitzt in der Sublingualdrüse jene gerippte Textur, welche bereits auf Seite 331 erwähnt worden ist.

Die Parotis zeigt, als Vorbild der serösen Speicheldrüsen, einen weit einfacheren Bau der Acini. Dieselben enthalten nur eine einzige Art von Secretionszellen, welche sich durch cubische oder polyedrische Gestalt, durch ein trübkörniges Aussehen und durch einen kugeligen oder ellipsoidischen Kern auszeichnen; sie färben sich sehr leicht mit Carmin. Die Membrana propria ist ähnlich wie die der Sublingualdrüse beschaffen, jedoch sehr zart und durchscheinend, so dass sie nur schwer zur Ansicht gebracht werden kann.

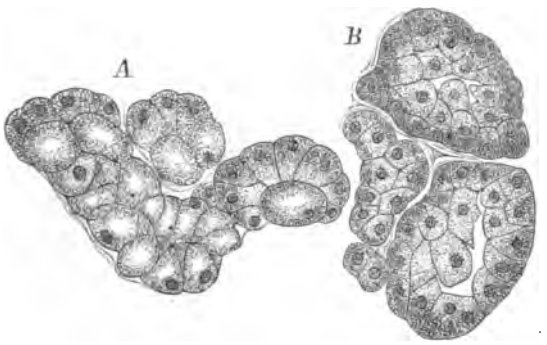
Die *Unterkieferdrüse* besitzt, wie bereits hervorgehoben worden ist, beim Menschen und beim Hunde zweierlei Acini. Die einen sind mit Schleimzellen und Randzellen ausgestattet und unterscheiden sich von denen der Sublingualdrüse nur durch etwas geringere Grösse und dadurch, dass die Randzellencomplexe seltener die ganze Peripherie des Acinus umfassen, häufig nur ganz vereinzelt stehen. Die Acini, welche nach Art der serösen Drüsen gebaut sind, zeigen sich durchwegs um fast die Hälfte kleiner, als die ersteren und lassen das centrale Lumen gewöhnlich nur schwer erkennen; ihre Zellen gleichen denen der Parotis. Die Vertheilung und die relative Zahl der beiderlei Acini lässt keine Gesetzmässigkeit erkennen und scheint zahlreichen individuellen Varianten zu unterliegen. Meist jedoch trifft man auf grössere oder kleinere Strecken nur Acini der einen Art, dann wieder eine Gruppe der anderen Art; seltener sind vereinzelte schleimzellenführende Acini inmitten einer Gruppe »seröser« Acini eingeschaltet oder umgekehrt.

Die Veränderungen, welche *R. Heidenhain* während der verschiedenen Functionsperioden an den schleimbereitenden Drüsenacini beschrieben hat, sind bereits auf Seite 64 geschildert worden und mögen durch die nebenstehende Abbildung dieses Forschers erläutert werden (Fig. 71).

Das Pankreas hat unter allen Speicheldrüsen die kleinsten Acini. Die Erforschung ihres Baues ist häufig dadurch ausserordentlich erschwert, dass in den Drüsenzellen reichliche, stark lichtbrechende Körnchen angehäuft sind, welche denselben einen hohen Grad von Undurchsichtigkeit verleihen und ihre gegenseitige Ab-

grenzung nur schwer erkennen lassen. Die Form der Drüsenzellen ist eine cylindrische oder kegelförmige, das breitere Ende nach aussen gerichtet. Die übrige Beschaffenheit derselben und ihre physiologischen Wandlungen, welche nach *R. Heidenhain* den verschiedenen Thätigkeitsphasen der Drüse entsprechen, haben schon früher (S. 64) ihre Erörterung gefunden. Ebenso ist der sogen. centroacinären Zellen, welche häufig das Lumen der Acini einnehmen, bereits gedacht worden (S. 332). Es muss nur noch erwähnt werden, dass *R. Heidenhain* durch seine jüngsten Untersuchungen zu der Ansicht gekommen ist, dass das Pankreas nach dem Typus einer schlauchförmigen Drüse gebaut sei. Eine erneute, sorgfältige Prüfung dieser

Fig. 71.



Acini aus der Submaxillaris des Hundes. (Nach Heidenhain.)
A Von einer ausgeruhten Drüse.
B Von einer gereizten Drüse.

Angabe hat mir ergeben, dass zum mindesten beim Hund und beim Menschen der acinöse Bau des Pankreas ausser allem Zweifel steht, und kann ich mit Bezug darauf auf die Fig. 54 C verweisen.

Wir haben nun auf das *Gangsystem* der Speicheldrüsen unser Augenmerk zu richten. Es müssen an demselben drei Abschnitte unterschieden werden. Zunächst die eigentlichen *Ausführungsgänge* mit ihren Verästigungen, bis zu ihrem Eintritt in die primären Drüsenläppchen, dann die Verzweigungen derselben innerhalb der Läppchen (die Speichelröhren *Pflüger's*), welche wir schlechtweg als *Drüsengänge* bezeichnen wollen und endlich die sogen. *Schaltstücke* (*v. Ebner*) d. h. die letzten Ausläufer der Drüsengänge bis zu ihrer Verbindung mit den Acini.

Die grossen Ausführungsgänge, soweit sie ausserhalb des Organes gelegen und in der Anatomie mit besonderen Namen bezeichnet sind (Ductus *Bartholini,* D. *Warthonianus* und D. *Stenonianus*), sowie der axial durch das Pankreas verlaufende Ductus *Wirsurgianus,* stimmen bezüglich des Baues ihrer Wandungen völlig mit einander überein. Sie besitzen eine bindegewebige, mit elastischen Fasernetzen durchsetzte, äussere Umhüllung, welche mitunter (namentlich im pankreatischen Gang) eine innere, dichter gewebte und eine äussere, lockere Schichte erkennen lässt. Muskulöse Elemente fehlen den Ausführungsgängen; nur für den Ductus Warthonianus werden solche von einzelnen Autoren beschrieben. Die innere Oberfläche der Ausführungsgänge wird von einem einschichtigen, cylindrischen Epithelium ausgekleidet. In den Wänden des pankreatischen Ganges und seiner grösseren Aeste sind kleine, traubige Schleimdrüschen nachgewiesen worden, welche sich durch ihre hellen, cylindrischen Secretionszellen von den Formationen des Pankreas selbst wesentlich unterscheiden.

Die Verästigung der Ausführungsgänge erfolgt im Inneren der Organe, und zwar bei den Mundspeicheldrüsen durch fortgesetzte dichotomische Theilungen, bei dem Pankreas durch successive Abgabe zahlreicher, kleiner Zweigchen von dem das ganze Organ durchziehenden gemeinschaftlichen Gang. Alle diese Ramificationen sind mit den, die Drüsen versorgenden Gefäss- und Nervenzweigen in dem lockeren Bindegewebe eingelagert, welches die Drüsenläppchen allerwärts umgibt. Ihr Bau zeigt ausser der allmälig abnehmenden Stärke der bindegewebigen Umhüllung dieselben Verhältnisse, wie der des gemeinschaftlichen Ausführungsganges.

An den *Drüsengängen,* welche sich innerhalb der primären Läppchen der Speicheldrüsen verzweigen, lässt sich eine Membrana propria erkennen, deren Bau so ziemlich jener der Acini gleichkommt. Die Zellen, welche die Drüsengänge auskleiden, stellen lange, schmale Cylinder dar und sind durch eine eigenthümliche Beschaffenheit des Zellkörpers ausgezeichnet. Man kann an denselben zwei Zonen unterscheiden, eine innere dem Lumen des Ganges zugewendete, welche ein helles, feinkörniges Aussehen zeigt und eine äussere, den bedeutend grösseren Abschnitt der Zelle einnehmende Zone, welche durch eine ziemlich scharf ausgeprägte Längsstreifung ausgezeichnet ist. Die letztere wird hervorgerufen durch reihenweise in der Zellsubstanz eingelagerte, mattglänzende, stäbchen-

artige Gebilde, welche den isolirten Zellen häufig den Anschein geben, als ob ihr basales Ende zerfranst wäre; sie sind von *Pflüger* mit Nervenendigungen in Zusammenhang gebracht worden, eine Angabe, welche indessen von keiner Seite bestätigt werden konnte. Der kugelige Zellkern ist in der äusseren Zone enthalten. Am schönsten tritt das genannte Verhältniss in den Drüsengängen der Schleimspeicheldrüsen hervor, minder prägnant bei den serösen Speicheldrüsen. Ueberdies muss hinzugefügt werden, dass eine ähnliche Streifung des basalen Endes häufig auch an den Epithelzellen der feineren Aeste der Ausführungsgänge beobachtet wird. — Die Verzweigung der Drüsengänge ist eine dichotomische, die gleichzeitig entstehenden Aeste bilden gegen einander rechte oder stumpfe Winkel, die Dimensionen derselben nehmen bei fortschreitender Theilung nur um ein ganz Geringes ab.

Die *Schaltstücke*, welche aus den letzten Zweigen der Drüsengänge hervorgehen, verhalten sich bei den verschiedenen Speicheldrüsen nicht immer in derselben Weise. In dem *Pankreas* erscheinen sie als lange, dünne Röhrchen, welche mit Blutgefässcapillaren die grösste Aehnlichkeit haben, indem sie gleich diesen aus ganz platten, in die Länge gestreckten, endothelartig an einander gefügten Zellen gebildet werden. Eine besondere Membrana propria ist an ihnen nicht sicher erweislich. Diese feinen Röhrchen entspringen ganz unvermittelt aus den Endzweigen der Drüsengänge, theilen sich bald ein- oder zweimal und verlaufen dann auf längere oder kürzere Strecken zwischen den Acini hindurch. Endlich zerfallen sie rasch in drei bis vier Zweige, von denen jeder sich sofort mit einem Acinus in Verbindung setzt. Dies geschieht in der Weise, dass die Zellen des Schaltstückendes in den Acinus selbst eindringen und sich dort an die eigentlichen Drüsenzellen anlegen. Es nehmen daher diese spindelförmigen, hier mitunter auch verästigten Zellen die Lichtung des Acinus zum Theil ein und sie sind es, welche wir bereits als centroacinäre Zellen kennen gelernt haben.

Die Schaltstücke der *Parotis* erweisen sich ebenfalls als ziemlich lange, schmale Röhrchen mit ähnlicher Verlaufsweise und Astfolge, wie die des Pankreas. Sie unterscheiden sich jedoch von diesen durch die Beschaffenheit und Fügung ihrer zelligen Elemente. Dieselben sind walzenförmig, an beiden Enden zugeschärft und liegen schief zur Axe des Röhrchens, dachziegelförmig übereinander (*v. Ebner*). Eine Membrana propria scheint ihnen ebenfalls zu mangeln. Die

Enden der Schaltstücke legen sich meist einfach an die Zellen der Acini an, ohne in das Innere der letzteren einzudringen. Doch scheint auch das letztere mitunter vorzukommen, da nach der Angabe mehrerer Autoren in der Parotis stellenweise sich centroacinäre Zellen finden sollen.

Die *Submaxillaris* unterscheidet sich mit Bezug auf die Schaltstücke sehr wesentlich von den beiden vorgenannten Drüsen. Dieselben gehen hier stets in grösserer Zahl, mitunter fast doldenartig aus dem Ende eines Drüsenganges hervor und stellen kurze, noch ansehnlich breite Röhrchen dar, an denen man deutlich eine Membrana propria erkennen kann, welche sich in die des Acinus fortsetzt. Die Auskleidung der Schaltstücke wird von cubischen, stark granulirten, mit kugeligen Kernen versehenen Zellen gebildet. Dieselben legen sich an der Verbindungsstelle mit dem Acinus unmittelbar an die Secretionszellen des letzteren an; niemals setzen sie sich in die Lichtung desselben hinein fort. Aus diesem Grunde findet man auch hier keine centroacinären Zellen.

Die Schaltstücke der *Sublingualdrüse* verhalten sich ganz analog wie in der Submaxillaris.

Mit Bezug auf Blutgefässe, Lymphgefässe und Nerven der Speicheldrüsen ist dem bereits im Allgemeinen über acinöse Drüsen Bemerkten (S. 333 und 334) nichts hinzuzufügen.

8) Die Leber.

Die Leber der erwachsenen Säugethiere und des Menschen nimmt mit Bezug auf ihren feineren Bau in der Reihe der Drüsengebilde insoferne eine eigenartige Stellung ein, als sie sich weder dem acinösen, noch dem tubulösen Typus ohne Weiteres unterordnen lässt. Der Grund liegt darin, dass die Secretionszellen ungleich vielfachere Beziehungen sowohl zu dem Blutgefässsystem als auch zu dem ausführenden Kanalsystem besitzen, als dies bei irgend einer anderen Drüse der Fall ist. Während der tubulöse, sowie der acinöse Drüsenbau es mit sich bringt, dass eine jede Secretionszelle nur nach einer Seite hin gegen ein Drüsenlumen und mit einer anderen Seite gegen die capillare Gefässausbreitung gerichtet ist, andererseits aber ein Drüsenlumen stets von mehreren Zellen begrenzt wird, so findet man im Gegentheile in der Leber eine jede secernirende

Zelle an mehreren Punkten sowohl mit Capillargefässen, als auch mit Theilen des ausführenden Canalsystems in Berührung treten. Damit steht in Zusammenhang, einmal, dass die feinsten Gallengänge, wenigstens der grösseren Zahl nach, nur von je zwei Zellen begrenzt werden, anderentheils aber, dass wir in der Leber nicht so abgeschlossenen Drüsenformationen, wie es die Tubuli und Acini anderer Drüsen sind, begegnen.

Dieser eigenthümliche Bau der Leber ist durch mehrere Erfahrungen der neueren Zeit unserem Verständnisse näher gerückt worden. Zunächst haben *Hering* und *Eberth* nachgewiesen, dass die Leber niederer Säugethiere (Natter, Frosch, Kröte u. s. w.) einen ganz ausgeprägten, tubulösen Bau besitzt; ferner hat *Hering* darauf hingewiesen, dass die menschliche Leber kurz nach der Geburt zum Theile einige Aehnlichkeit mit gewissen Amphibienlebern zeige und endlich hat die nähere Untersuchung der Wachsthumsvorgänge in der menschlichen Leber von frühen embryonalen Stadien an ergeben, dass dieselbe in Gestalt einer netzförmig verzweigten, tubulösen Drüse sich entwickelt und dass ihr bleibender Bau erst allmählig, während der ersten Lebensjahre, aus der embryonalen, tubulösen Anlage hervorgeht (*Zuckerkandl* und *ich*).

Mit Rücksicht auf die Untersuchungsmethoden ist dem Anfänger zu empfehlen, zunächst an Zupfpräparaten möglichst frischer Lebern sich über die Beschaffenheit der zelligen Drüsenelemente zu informiren. Dann nehme man gehärtete Lebern vor und zwar zuerst solche, an welchen Pfortader und Lebervenen mit farbigen Massen injicirt sind; stehen Doppelinjectionen mit verschiedenen Farben zur Verfügung, um so besser. Erst wenn man in Betreff der Verbreitung und Anordnung dieser Gefässe völlig im Klaren ist, wende man sich an die Untersuchung der Gallengänge. Dazu benöthigt man wieder Injectionspräparate; sie sind an ganz frischen Kaninchenlebern mit Hilfe eines constanten, aber niedrigen Druckes (etwa 30 Mm. Quecksilber) von dem Ductus hepaticus aus nicht schwer herzustellen. Eine andere Methode, die feinsten Gallenwege darzustellen, ist von *Chrzonszczewsky* entdeckt und seither vielseitig benützt worden. Sie besteht in der Injection einer concentrirten Lösung von indigschwefelsaurem Natron (Indigcarmin) in das Blut lebender Thiere und nachheriger Erfüllung der Blutbahn mit einer gewöhnlichen, rothen Masse. Man erhält dadurch eine vollständige Blaufärbung der intralobularen Gallengänge, welche besonders gut

beim Hund, aber auch bei anderen Säugethieren zu gelingen pflegt. Bei Fröschen bringt man den festen oder gelösten Farbstoff zu demselben Zwecke in einen der subcutanen Lymphsäcke. Auch das Verhalten der Leberarterien und der Lymphgefässe kann natürlich nur an eigens dazu hergestellten Injectionspräparaten studirt werden. Neben diesen und anderen, complicirteren Untersuchungsmethoden versäume man aber nicht, sich an Durchschnitten ganz frischer Lebern, welche man sich mittelst des Doppelmessers anfertigen kann oder auch an Chromsäurepräparaten, welche nicht injicirt sind, über die Verhältnisse zu orientiren.

Die zelligen Drüsenelemente der Leber (*Leberzellen*). Zerzupft man ein Partikelchen frischer Lebersubstanz in $^1/_2$—1% Kochsalzlösung, so findet man stets neben farbigen und farblosen Blutzellen eine grosse Anzahl von Leberzellen, völlig isolirt in dem Präparate enthalten. Sie sind von unregelmässig polyedrischer Form (vergl. Fig. 8 D) und zeigen zum Theile nach allen Seiten hin so ziemlich gleiche Dimensionen, der Mehrzahl nach aber sind sie nach einer Richtung etwas in die Länge gezogen; sehr häufig findet man eine oder die andere ihrer Begrenzungsflächen concav ausgeschnitten. Ihre Durchmesser schwanken zwischen 34·3—14·7 μ. Die Contouren der Leberzellen sind scharf und glänzend, der Zellkörper von reichlichen, feineren und gröberen Körnchen durchsetzt; häufig enthält er auch Fetttröpfchen oder gelbliches, krümliches Pigment. Der Kern ist in den meisten dieser Zellen deutlich erkennbar, gewöhnlich einfach, seltener doppelt vorhanden, stets excentrisch gelagert, kugelig, bläschenartig und reichlich granulirt. Die Kernkörperchen treten durchgehends scharf hervor. Ob den Leberzellen eine Membran zukomme, ist schwer zu entscheiden; die meisten Autoren haben sich für das Fehlen einer solchen ausgesprochen. Das Verhalten gegenüber chemischen Reagentien ist ähnlich, wie wir es bei allen protoplasmareichen Zellen finden. Besonders hervorzuheben ist die starke Trübung der Leberzellen nach Zusatz von Wasser und ihr beträchtliches Aufquellen in stark verdünnter Natronlösung. Behandelt man ein Stückchen Leber unter den nöthigen Cautelen mit Zucker und concentrirter Schwefelsäure, so färben sich die Leberzellen hellroth, gehen aber dabei rasch völlig zu Grunde.

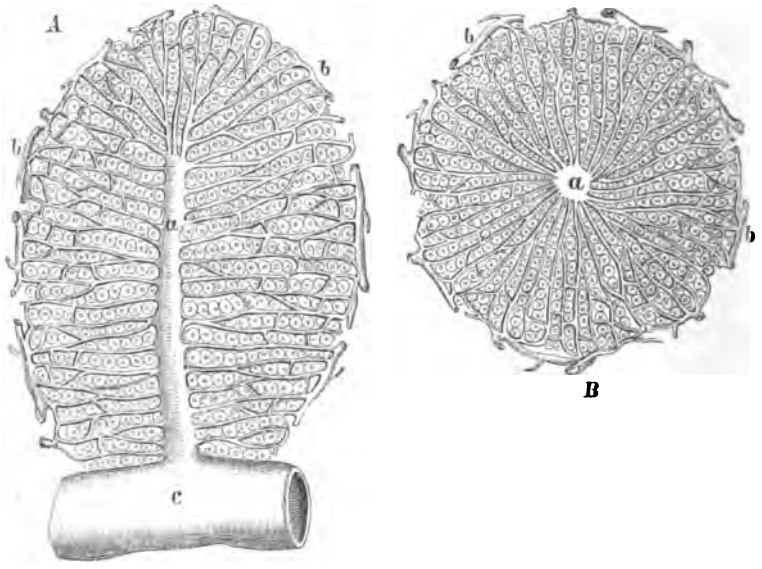
Bevor die Anordnung der Leberzellen besprochen werden kann, ist es nöthig, das Wesentlichste über die *Ramificationsverhältnisse*

der Blutgefässe und über die damit in Zusammenhang stehende *Gliederung der Lebersubstanz* beizubringen.

Die Leber bezieht bekanntlich ihr Blut aus zweierlei Quellen. Den grössten Theil führt ihr die Vena portae zu; ausserdem aber erhält sie arterielles Blut durch die Arteria hepatica. Beide diese Gefässstämme zerfallen in der Querfurche der Leber in mehrere Aeste, welche unter fortgesetzter, dendritischer Verzweigung nach den verschiedenen Regionen des Organes hin, sich begeben. Der Abfluss des Blutes erfolgt durch die Venae hepaticae, welche am hinteren, stumpfen Rande der Leber oder schon in der Fossa longitudinalis dextra in die Hohlader einmünden. Diese, der Leber zukommende Eigenthümlichkeit, dass ihre zu- und abführenden Gefässe völlig von einander abweichenden Richtungen folgen, eine Eigenthümlichkeit, welche schon in der ersten Anlage der Leber begründet ist, spricht sich auch in der ganzen Ramification und Anordnung der feinsten Gefässchen im Inneren des Organes aus. Als ein Ausdruck der letzteren ist es zu betrachten, dass man an glatten Schnittflächen, sowie auch an der Oberfläche der Leber eine bald mehr, bald weniger deutlich ausgeprägte Sonderung der Lebersubstanz in rundliche, eckige oder oblonge Felder wahrnimmt. An ganz frischen Lebern sind die Grenzen dieser Felder gewöhnlich nur undeutlich sichtbar, einige Zeit nach dem Tode aber werden sie durch gewisse Farbennüancen schärfer hervorgehoben. Man bemerkt nemlich in der Mehrzahl der Fälle im Centrum eines jeden Feldes einen dunkelrothen Punkt oder Streif, dessen nächste Umgebung stärker gefärbt ist, als die peripheren Theile des Feldes. Indem nun die helleren Umrandungen benachbarter Felder mit einander verschmelzen, entsteht an der Schnittfläche eine netzartige, helle Zeichnung, innerhalb welcher dunklere Flecke eingeschlossen sind. In selteneren Fällen erscheint die Mitte der einzelnen Felder heller als deren Peripherie gefärbt. — Hat man eine Leber von der Pfortader her injicirt, so zeigt sie sich völlig gleichmässig gefärbt in dem Falle, als die Injectionsmasse allenthalben bis in die Lebervenen eingedrungen ist. Hat man aber die Injection früher unterbrochen, so treten die beschriebenen Felder sehr scharf hervor, indem ein jedes derselben durch einen Saum von der Farbe der Injectionsmasse umgeben ist. Die farbigen Säume fliessen sämmtlich ineinander und erzeugen eine der oben beschriebenen analoge, netzartige Zeichnung. Eine zeitig genug unterbrochene Injection der Leber

von den Venae hepaticae aus ergiebt umgekehrt eine Erfüllung der centralen Parthien unserer Felder im ganzen Bereiche des Organes. Aus diesen Ergebnissen der künstlichen Gefässinjection lässt sich erschliessen, dass die Endramification der Pfortaderästchen in der Peripherie eines jeden Feldes erfolgt, während die Wurzeln der Lebervenen aus dem Centrum derselben hervorgehen, weiters aber, dass die Farben-Differenzen an der Leichenleber auf einer ungleichen Vertheilung des Blutes in den feinsten Stämmchen der Pfortader und

Fig. 72.



A Schematische Darstellung eines der Länge nach durchschnittenen Leberinselchens.
B Eines der Quere nach durchschnittenen Leberinselchens.
a Innenvene, b Pfortaderzweige, beide in Verbindung gesetzt durch die radiär verlaufenden Capillaren, zwischen denen reihenweise die Leberzellen eingelagert sind, c Vena sublobularis. (Das Schema entspricht einer etwa 40fachen Vergrösserung.)

der Lebervenen beruhen, indem meistentheils die Wurzeln der Venen mehr Blut enthalten als die Endzweige der Pfortader.

Die beschriebenen Felder an den Schnittflächen der Leber sind nun nichts anderes, als die Durchschnitte der sogen. *Leberinselchen* (*Leberläppchen, Partiallebern,* früher auch *Acini* genannt). Man versteht darunter längliche, eiförmig oder ellipsoidisch gestaltete Theilstückchen der Lebersubstanz, deren Grenzen durch die feinsten Ausläufer der Pfortaderzweige gegeben sind und in deren Axe eine

Lebervenenwurzel gelegen ist. Ihre Dimensionen betragen beim Menschen etwa 1 Mm. nach der Quere und 1·5—2 Mm. in der Länge. Die nebenstehende Fig. 72 zeigt in schematischer Darstellung den Aufbau eines Leberinselchens.

Hat man einen Querschnitt eines solchen vor sich (B), so sieht man genau im Centrum den Querschnitt der Lebervenenwurzel (*Innenvene, Vena centralis, intralobularis*) und in sie von allen Seiten her Capillarröhrchen einmünden. Die letzteren verlaufen im Allgemeinen radienartig von der Peripherie gegen die Innenvene zu, communiciren aber durch schiefe und quere Anastomosen vielfach mit einander. Sie gehören mit zu den weitesten Capillargefässen des Körpers, indem ihr Durchmesser in injicirtem Zustande 10—14 μ betragen kann. In Betreff ihres Baues ist bereits gelegentlich (Seite 264) bemerkt worden, dass es noch nicht gelungen ist, durch Injection von Silbernitrat eine zellige Zusammensetzung ihrer Wände zu constatiren. Die radiären Capillaren entwickeln sich aus den letzten Ausläufern der Pfortaderzweige, welche sich an den Grenzen der Leberinselchen ausbreiten und hier den Namen *Zwischenvenen — Venae interlobulares* führen. Diese selbst dringen niemals in die Leberinselchen ein, sondern verlaufen stets in den Zwischenräumen derselben, von wo sie, unter dendritischer Ramification und ohne unter einander zu anastomosiren, ihre capillaren Ausläufer in alle benachbarten Leberinselchen hineinsenden.

Ist ein Leberinselchen der Länge nach mitten durchschnitten (A), so sieht man seiner Achse entlang die Innenvene verlaufen; dieselbe erscheint jetzt als ein äusserst dünnwandiges, sich allmälig etwas verbreiterndes Gefässchen, welches im obersten Drittheil des Inselchens aus dem Zusammenfluss mehrerer Capillaren hervorgeht und während seines ziemlich geraden Verlaufes noch von allen Seiten her, unter fast rechten Winkeln, solche in sich aufnimmt. An der Basis des Inselchens, wo die Innenvene aus diesem austritt, um sich sofort in eine grössere Vene (*Vena sublobularis*) einzusenken, misst sie im injicirten Zustande 80—110 μ in der Breite. An der Grenze des Leberinselchens sieht man auch auf Längsschnitten die Verzweigung der Zwischenvenen.

In beiden Fällen, sowohl an dem Längen- als auch an dem Querschnitte des Leberinselchens kann man sich leicht überzeugen, dass die Räume, welche zwischen den radiären Capillaren übrig bleiben,

von den *Leberzellen* eingenommen werden. In Folge der Configuration und der Dimensionen dieser Räume gestaltet sich die Anordnung der Leberzellen an den in Rede stehenden Durchschnitten derart, dass gewöhnlich zwischen je zwei radiären Capillaren eine Reihe von Leberzellen erscheint, welche stellenweise durch die queren Anastomosen der ersteren unterbrochen ist. Es sind dies die sogen. »Leberzellenbalken«, welche bei den älteren Histologen eine gewisse Rolle spielten, insoferne, als man solche Zellenreihen als die mehr weniger selbständigen, primären Drüsenformationen der Leber betrachtete. Es ist indessen nicht schwer, sich zu überzeugen, dass der Zusammenhang und die Vertheilung der Leberzellen eines Inselchens nach allen Richtungen hin völlig gleichmässig sind; man braucht nur solche Leberinselchen näher zu betrachten und zu vergleichen, an denen eine grössere Anzahl der radiären Capillaren senkrecht durchschnitten ist (z. B. bei einer Schnittrichtung, welche parallel der Innenvene, jedoch etwas abseits von dieser verläuft). Man sieht dann die zusammenhängende Masse der Leberzellen derart von den kreisrunden Querschnitten der radiären Capillaren durchsetzt, dass zwischen je zwei der letzteren immer nur eine Leberzelle Platz findet; die Grenzcontouren der Leberzellen erscheinen aber ebenso, wie an den erstbeschriebenen Durchschnitten, in Form glänzender Linien, welche von einer Capillare zur anderen ziehen. Es ist daher ein Leberinselchen als ein Aggregat von Leberzellen zu betrachten, welches, von den Ramificationen der Zwischenvenen umgeben, in der angedeuteten Weise von Capillargefässen durchzogen ist, und in dessen Axe als Sammelstätte aller Capillaren die Innenvene verläuft.

Die Abgrenzung benachbarter Inselchen kann eine mehr oder minder vollständige sein. In der Leber des Schweines und des Eisbären ist ein jedes derselben von einer geschlossenen Hülle von fibrillärem Bindegewebe umgeben, und so eine völlige Sonderung der einzelnen Inselchen bewirkt. Bei anderen Säugethieren, Hund, Katze u. s. w. kommen zwar auch Bindegewebszüge in nicht unerheblicher Menge zwischen den Läppchen vor, allein sie treten hier mehr als Gefässscheiden für die Ramificationen der Pfortader und Leberarterie, sowie als Umhüllung der Gallengänge und Nervenfasern auf, so dass an den Stellen, wo keine solchen gelagert sind, die Zellen benachbarter Leberinselchen unmittelbar aneinanderstossen. Ebenso verhält es sich auch beim Menschen. Ausnehmend spärlich ist das interlobulare Bindegewebe in der Kaninchenleber vertreten,

so dass die Grenzen benachbarter Läppchen vielfach völlig verwischt erscheinen.

Die Anordnung der Leberläppchen steht in naher Beziehung zu dem Verlaufe jener kleineren Lebervenenzweige, welche man als *Venae sublobulares* bezeichnet. Es sind dies sehr dünnwandige Gefässchen, welche von 0·25 bis zu 1—2 Mm. Querdurchmesser und darüber anwachsen, und sich dann zum Theil unter spitzen Winkeln mit einander vereinen, zum Theile aber direct in die grösseren Venenstämme einmünden. Um die Venae sublobulares herum gruppiren sich nun die Leberinselchen derart, dass sie sämmtlich mit ihren Basen der Venenwand anliegen und mit ihren seitlichen Begrenzungsflächen sich gegenseitig berühren. Ein Querdurchschnitt einer sublobularen Vene zeigt daher eine grössere oder kleinere Anzahl von Leberinselchen, radienartig angeordnet, in seinem Umkreise; die Innenvenen derselben kommen der Länge nach zur Ansicht und münden in der Richtung der Radien in die Vena sublobularis ein.

Nicht selten, und namentlich bei jungen Thieren, beobachtet man sogenannte *Zwillingsläppchen,* d. h. solche, deren Innenvenen sich vor ihrer Einmündung in die Sublobularvene zu einem gemeinsamen Stämmchen vereinigen, wobei die Läppchen selbst mit ihren einander zugewendeten Flächen nach der Basis hin verschmolzen und nur mit ihren Kuppen gesondert erscheinen. Ich habe gezeigt, dass dieses Verhältniss mit dem Wachsthum der Leber in Zusammenhang steht.

Es ist nun noch Einiges über die Ausbreitung der *Leberarterie* nachzuholen. Dieselbe ramificirt sich parallel mit der Pfortader, und allenthalben findet man neben den grösseren Aesten der letzteren auch die Zweige der Arterie in den Interstitien der Leberläppchen. Sie unterscheiden sich leicht durch ihren Bau und durch ihr viel geringeres Caliber von den Aesten der Pfortader. Die Leberarterie hat im Gegensatze zu dieser, welche vor allem das Materiale für die Gallenbereitung liefert, die Aufgabe, die verschiedenen Bestandtheile der Leber, welche ausserhalb der Inselchen gelegen sind, zu ernähren. Wir finden daher ihre capillaren Ausbreitungen in Form von reichhaltigen Netzen um die grösseren Gallengänge und Pfortaderäste herum, nicht minder im Umkreis der grösseren Lebervenen, überhaupt in dem interlobularen Bindegewebe; zahlreiche Ausläufer übergehen auch in die Leberkapsel, wo sie ein weitmaschiges

Netzwerk ziemlich enger Capillaren bilden. Aus den Capillaren der Leberarterie gehen kleine Venen hervor, welche sich mit den Zwischenvenen vereinigen und ihr Blut in das radiäre Capillarsystem der Leberläppchen ergiessen. Weil sie somit der Pfortaderramification einen Zuwachs bringen, werden sie auch als *innere Pfortaderwurzeln* bezeichnet.

Wir wenden uns nun zu der Erörterung der Bahnen, in welchen das von den Leberzellen erzeugte Secret — die Galle — nach aussen befördert wird. Man unterscheidet an denselben zwei Abschnitte: Die *Gallencapillaren* — auch *intralobulare Gallengänge* genannt — das sind feinste, innerhalb der Leberinselchen gelegene Kanälchen, und die *interlobularen Gallengänge*, stärkere, zwischen den Leberinselchen verlaufende Röhrchen, in welche die ersteren allenthalben übergehen.

Die Untersuchung der *intralobularen* Gallenwege begegnet sehr grossen Schwierigkeiten und ist mit Aussicht auf Erfolg nur an Injectionspräparaten vorzunehmen. Da sich solche am besten an der Kaninchenleber gewinnen lassen, so ist dieselbe auch von den meisten neueren Forschern zur Untersuchung benützt worden; und was wir in Betreff der übrigen Säugethiere und des Menschen über die Gallencapillaren wissen, ist grösstentheils auf Grund der an der Kaninchenleber gemachten Erfahrungen uns zugänglich geworden. Es möge daher zunächst das Verhalten der Gallencapillaren an diesem Objekte geschildert und dabei die treffliche, derzeit der Wesenheit nach fast allgemein anerkannte Darstellung *Hering's* zu Grunde gelegt werden.

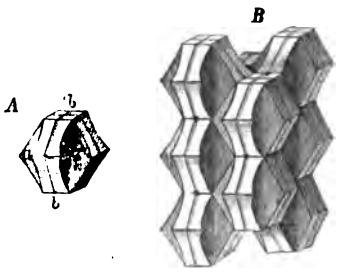
Vor allem ist hervorzuheben, dass die intralobularen Gallengänge keineswegs Capillaren in dem gebräuchlichen Sinne des Wortes darstellen, d. h. keine aus endothelialen Zellen zusammengesetzten, besonderen Wandungen besitzen; sie sind vielmehr äusserst dünne, etwa 1—2 μ im Durchmesser haltende Kanälchen, welche in netzartiger Anordnung zwischen den Leberzellen verlaufen. Es ist *Gerlach's**) Verdienst, zuerst erkannt zu haben, dass die Gallengänge im Inneren der Leberläppchen als feine Intercellulargänge beginnen, und dass deren Anordnung und Richtung von den Lageverhältnissen der, sie unmittelbar begrenzenden Leberzellen abhängig ist. Die räumlichen

*) Diesem Forscher ist es auch zuerst gelungen, die Gallencapillaren in der Leber des Schweines, wenn auch unvollständig, zu injiciren.

Beziehungen der letzteren zu den Gallencapillaren können am vortheilhaftesten an dem nebenstehenden, von *Hering* für die Kaninchenleber construirten Schema (Fig. 73) erörtert werden.

Stellt man sich vor, dass die Gestalt einer Leberzelle annähernd einer gleichkantigen, vierseitigen Pyramide mit abgestutzten Spitzen gleiche (A), so hat man sie derart zwischen den radiären Capillaren der Leberinselchen eingelagert zu denken, dass diese stets entsprechend ihren Seitenkanten zu liegen kommen; in Folge dessen entstehen anstatt der letzteren rinnenartige Einhöhlungen (a). Die sämmtlichen Flächen einer Leberzelle sind benachbarten Zellen zugewendet und besitzen je eine schmale Halbrinne, welche senkrecht zu ihren Rändern gestellt ist und dem Verlaufe eines Gallenkanälchens

Fig. 73.



Schema der Leberzellen nach Hering.

A Eine einzelne Zelle. a Aushöhlungen der Zellkanten, entsprechend einer vorbeistreichenden, radiären Blutgefässcapillare. b Rinnen, entsprechend dem Laufe der Gallencapillaren.

B Eine Anzahl von Zellen aneinander gefügt.

entspricht; an den beiden zur Hauptaxe senkrecht stehenden Abstutzungsflächen befinden sich zwei solcher Rinnen in rechtem Winkel gekreuzt. Setzt man nun mehrere derartige Zellenmodelle in geeigneter Weise neben und über einander (Fig. 73 B), so ergibt sich, dass die an Stelle der Kanten befindlichen Einhöhlungen benachbarter Zellen sich zu Röhren ergänzen, welche den radiären Capillaren entsprechen, während eine jede der an den Flächen verlaufenden, schmalen Rinnen mit einer ähnlichen der ihr zugewendeten Fläche der Nachbarzelle ein Gallenkanälchen erzeugt. In ihrer Gesammtheit sind die letzteren nun zu Netzen geordnet, deren sechseckigen Maschenräume so gross sind, wie der Umfang einer Leberzelle. Da eine jede Leberzelle in zwei senkrecht zu einander gestellten Ebenen von Gallencapillaren um-

zogen wird, so kommt es an zwei entgegengesetzten Flächen derselben zu einer Ueberkreuzung der Kanälchen, welche sich dadurch ausspricht, dass 4 Kanälchen in dem Mittelpunkt der Fläche unter rechten Winkeln an einander stossen. Durchgehends aber ist die Lagerung der Gallenkanälchen so, *dass sie an keiner Stelle mit einer Blutcapillare in Berührung kommen.*

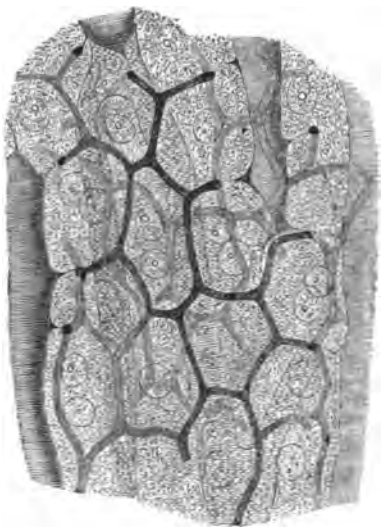
Wäre ein Modell, wie es unter B angeordnet ist, aus durchsichtigem Materiale verfertigt, so würde sich das Verhältniss der Gallengänge zu den radiären Capillaren und zu den Leberzellen bei Betrachtung von verschiedenen Seiten her in verschiedenen Bildern zeigen. Stellt man das Modell so, wie es gezeichnet ist, dem Auge gegenüber, so hat man die radiären Capillaren der Länge nach vor sich, und die Gallenkanälchen erscheinen zwischen je zwei Blutcapillaren in gebrochenen Linien verlaufend. Von diesen zweigen sich nach beiden Seiten, unter und über den Blutgefässen weg, in kurzen Abständen immer wieder neue Kanälchen ab, welche sich dann mit dem Längszug der Gallenkanälchen in dem benachbarten Capillarzwischenraume in Verbindung setzen. Durch Drehungen des Modelles um seine Axe kann man die Ansicht mehrfach modificiren, indem ein Theil des Netzwerkes seine Maschen bald der Fläche nach, bald unter schiefen Winkeln dem Auge des Beobachters zuwendet. Im ersteren Falle erscheint stets ein Theil der Gallengänge im Querschnitt, die der Fläche nach gesehenen Maschen entsprechen aber genau dem Umriss einer Leberzelle.

Wendet man das Modell so, dass die Lücken, welche die radiären Capillaren repräsentiren, genau im Querschnitt gesehen werden, so bildet eine jede derselben den Mittelpunkt einer polygonalen Masche von Gallenkanälchen, welche aber nicht alle in einer Ebene gelegen sind, sondern zum Theil schief nach der Tiefe auf- und abwärts steigen und daher in Verkürzung erscheinen. Auch da stellen sich zahlreiche Gallenkanälchen im optischen Querschnitt ein. Eine solche Masche entspricht nun niemals dem Umfang einer Leberzelle, sie fasst vielmehr aneinanderstossende Theile von vier Leberzellen in sich. — Andere Stellungen des Modelles geben wieder verschiedene, zum Theile sehr complicirte Ansichten des Gallengangnetzes, in welchen man sich aber nach dem Angegebenen zu orientiren vermögen wird.

Hat man an einem derartigen Schema, welches man sich selbst aus Holz oder Wachs anfertigen kann, eine klare Vorstellung gewonnen, so wende man sich an die Untersuchung dünner Schnitte

aus einer injicirten Kaninchenleber. Dabei muss jedoch Folgendes im Auge behalten werden. Das dargelegte Schema kann naturgemäss nicht darauf Anspruch erheben, alle Einzelnheiten eines natürlichen Präparates völlig genau wiederzugeben; dies ist wegen der vielfachen Formdifferenzen der einzelnen Leberzellen überhaupt nicht möglich. Ausserdem ist zum Zwecke der Vereinfachung des Modelles auf die zahlreichen Anastomosen der radiären Gefässcapillaren keine Rücksicht genommen worden, welche je nach ihrer

Fig. 74.



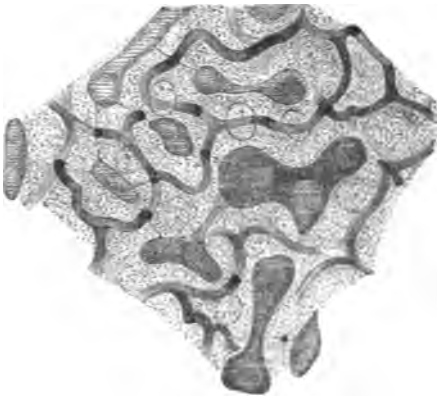
Aus einem Leberinselchen des Kaninchens. Der Durchschnitt geht entlang den radiären Capillaren, welche durch quere Streifung kenntlich gemacht sind. Die Gallencapillaren sind längsgestreift gezeichnet. Ihre Netze umziehen die Leberzellen, deren Contouren stellenweise sichtbar werden. (Nach Hering.) Vergrösserung ungefähr 400fach.

Richtung die verschiedensten localen Modificationen des Gallengangnetzes mit sich bringen. Insbesondere aber muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass die Ueberkreuzungsstellen der Gallencapillaren an dem Präparate nur selten in so regelmässiger Weise zur Beobachtung kommen, als wie sie in dem Modelle dargestellt sind, indem bei der differenten Gestaltung der Flächen und Kanten der Leberzellen die Schenkel des Kreuzes häufig in schiefen Winkeln aufeinanderstossen oder sich nicht in einem Punkte treffen, mitunter auch nur drei derselben vorhanden sind. In einem jeden guten

Präparate wird man aber Stellen finden, welche dem Schema durchaus entsprechen.

An dem Präparate suche man sich zunächst solche Stellen aus, an welchen die radiären Capillaren möglichst genau der Länge oder der Quere nach getroffen sind. Solche sind nach *Hering* in Fig. 74 und 75 abgebildet. Sie bedürfen nach dem, was bereits vorgebracht ist, nur einer kurzen Erläuterung. Fig. 74 ist einem ziemlich dicken Schnitte entnommen und zeigt daher die wechselnden Niveauverhältnisse der Gallencapillaren, welche ein, die Blutgefässe umstrickendes, körperliches Netzwerk herstellen. Die Kerne

Fig. 75.



Aus einem Leberinselchen des Kaninchens. Der Durchschnitt hat die radiären Capillaren quer getroffen; mehrere derselben stehen durch Anastomosen in Verbindung. Die Blut- und Gallen-Capillaren sind wie in der vorigen Figur kenntlich gemacht. (Nach Hering.) Vergrösserung ungefähr 400fach.

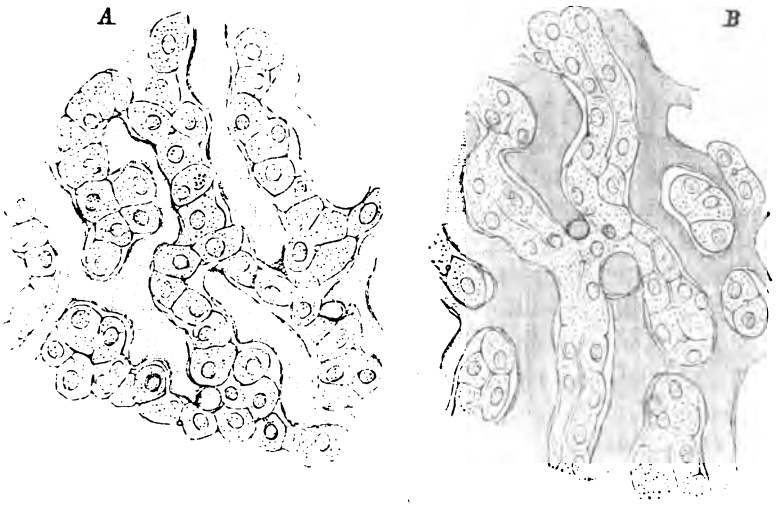
der Leberzellen sind zumeist innerhalb der Maschen gelagert, da die Gallencapillaren die Contouren der Zellen umkreisen: dass jene Gallengänge, welche die Blutcapillaren überkreuzen, mit diesen nicht in Berührung treten, sondern in gewissem Abstande von ihnen sich befinden, lässt sich durch eine sorgsame Handhabung der Stellschraube des Mikroskopes constatiren; die Zeichnung kann es nicht gut veranschaulichen.

In Fig. 75 sind die radiären Capillaren senkrecht durchschnitten; man sieht die Gallenkanälchen über die Flächen der Leberzellen weg, senkrecht auf die Kanten derselben verlaufen und ein unregelmässiges Maschenwerk um die Querschnitte der Blutcapillaren zu-

sammensetzen. In dieses münden zwischen den Grenzflächen der Leberzellen, aus der Tiefe, senkrecht getroffene Gallenkanälchen. Die in der Längenansicht vorliegenden Gallencapillaren decken vielfach die Kerne der unter- oder überliegenden Leberzellen.

Besonders hervorzuheben sind an dieser Abbildung jene Abweichungen des Gallengangnetzes von dem Schema, welche durch die Anastomosen der radiären Capillaren bedingt sind. Entsprechend einer solchen bleibt immer die Masche der Gallenkanälchen offen,

Fig. 76.



A Aus einem Leberinselchen eines 4 Jahre alten Kindes.
B Eines 7 Monate alten Kindes.
(Hartnack, Immers. Syst. X. Ocul. 2.)

indem in jene Zellenflächen, welche mit dem Blutgefäss in Berührung stehen, eben kein Gallenkanälchen hineinfällt.

Die Leber des *Menschen* und verschiedener Säugethiere (z. B. Hund) unterscheidet sich bezüglich der Anordnung der Gallencapillaren vorzüglich dadurch von der Kaninchenleber, dass nicht alle Gallenkanälchen entlang den Flächen der Leberzellen verlaufen, sondern zum Theile auch an den Kanten derselben gelegen sind. In diesem Falle findet man dann ein Gallenkanälchen von drei oder auch von vier Zellen umstellt (Fig. 76 A). Dieser Umstand findet darin seine Begründung, dass in der menschlichen Leber die Berührung der Zellen mit den Blutcapillaren nicht eine so vielfache ist, wie beim

Kaninchen, so dass häufig eine oder mehrere Zellkanten den Blutgefässen abgewendet sind; diese sind es dann, welche ein Gallenkanälchen begrenzen helfen. Geht man übrigens auf die Untersuchung des Baues embryonaler und jugendlicher Menschenlebern zurück, so begegnet man dem letztgenannten Verhältnisse um so häufiger, je weniger die Entwicklung der Leber vorgeschritten ist. In der embryonalen Leber ist es sogar die Regel, dass ein jedes Gallenkanälchen in seinem Umkreise von 3, 4—5 Zellen begrenzt ist (*Zuckerkandl* und *ich*), so dass es sich ganz wie das Lumen einer schlauchförmigen Drüse verhält. Erst nach der Geburt erfolgt nach und nach eine Umgestaltung dieses tubulösen Drüsentypus zu dem Zustande, welcher früher beschrieben worden ist. Ich kann überdiess noch hinzufügen, dass es mir gelungen ist, auch an Embryonen von Kaninchen und Meerschweinchen nach Injection der Gallenwege den netzartig tubulösen Bau der Leber nachzuweisen.

Es darf nun nicht verschwiegen werden, dass verschiedene Forscher mehr oder minder wesentlich abweichende Darstellungen von der Anordnung der Gallencapillaren gegeben haben. Insbesondere möge erwähnt werden, dass *Eberth* blinde Abzweigungen der Gallencapillaren beschrieben, *Biesiadecki* den Bau der Leber des erwachsenen Menschen als einen rein tubulösen hingestellt und auch *Peszke*, vorzüglich gestützt auf Untersuchungen an Hunden, die Leber aller Säugethiere als eine netzartig verzweigte, schlauchförmige Drüse erklärt hat. *Peszke*, sowie schon früher *Asp* haben demnach das *Hering'sche* Modell für unrichtig erklärt, ohne dass sie jedoch im Stande gewesen wären, etwas besseres an dessen Stelle zu setzen.

Eine andere bis jetzt noch controverse Frage, welche vielfach discutirt worden ist, betrifft die *Wandungen* der Gallencapillaren. *Hering* hatte angenommen, dass dieselben direct durch die rinnenförmigen Ausschnitte einander berührender Leberzellenflächen gebildet werden und dass eigene Wände der Gallencapillaren nicht existiren. Andere wie *Chrzonszczewski*, *Eberth*, *Fleischl*, *Peszke* u. s. w. haben structurlose Häutchen als selbständige Wandungen derselben beschrieben. *Kölliker*, welcher eine besondere Wandung der Gallenkanälchen anerkennt, glaubt, dass sie durch eine locale Verstärkung der Leberzellenmembran hergestellt werde. *Legros* behauptet sogar, dass die Wandungen der Gallencapillaren aus endothelialen Zellen zusammengesetzt seien. Für die jugendlichen Lebensepochen des Menschen habe ich die Ueberzeugung erlangt, dass eine

selbständige Wand der Gallencapillaren nicht besteht, für den ausgewachsenen Zustand möchte ich es noch als zweifelhaft betrachten.

Die interlobularen Gallengänge sind die directen Fortsetzungen der Aeste des Ductus hepaticus, welche sich parallel mit der Pfortader und der Leberarterie in dendritischer Verzweigung zwischen den Leberinselchen hinziehen. Die *grösseren* von ihnen besitzen eine bindegewebige Wandung, deren innere, gefässreichere Lage durch ihr feinfaseriges Wesen und zahlreiche zellige Elemente ausgezeichnet ist, während die äussere, an Blutgefässen ärmere Schichte aus gröberem Bindegewebe besteht und mehr von elastischen Fasernetzen durchflochten ist. An den grössten Aesten und am Stamme des Ductus hepaticus, cysticus und choledochus, sowie in der Wand der Gallenblase, gestalten sich die Bindegewebslagen zu einer wohl charakterisirten Schleimhaut mit ziemlich scharfer Sonderung der Tunica propria und submucosa. Glatte Muskelfasern kommen als eine sehr dünne Längs- und Querlage in der Gallenblase, in den Stämmen der Gallengänge nur in vereinzelten Bündeln vor. Noch spärlicher treten sie in den stärkeren Aesten des Ductus hepaticus im Inneren der Leber auf. Alle diese Gänge, ebenso wie die Gallenblase, sind an ihrer Innenfläche mit einer einschichtigen Lage cylindrischer Zellen bekleidet, an deren freier Fläche eine cuticulare Verdichtungsschichte wahrnehmbar ist. Nicht selten sind auch eingestreute Becherzellen vorhanden.

Die *feineren,* interlobularen Gallengänge lassen keinerlei bindegewebigen Elemente in ihrer Wandung erkennen; an ihre Stelle ist eine structurlose Membrana propria getreten. Die Zellen, welche sie auskleiden, werden mit fortschreitender Verästlung kürzer, cubisch und endlich mehr weniger platt gedrückt. Die Verbindung der feinsten, interlobularen Gänge mit den Gallencapillaren erfolgt an der Peripherie der Leberinselchen durch einfache Anlagerung ihrer Zellenauskleidung an die Leberzellen.

Unter dem Namen der *Vasa aberrantia* werden einzelne oder ganze Ramifikationen von Gallengängen beschrieben, welche an gewissen Stellen der Leberoberfläche, ausserhalb des Parenchymes, verlaufen. Es sind dies Stellen der Leber, an welchen es im Laufe der Zeit zu einem theilweisen Schwunde der Drüsensubstanz gekommen ist, wahrscheinlich stets in Folge von Druckwirkungen, welche von Seite benachbarter Körpertheile auf die Leber ausgeübt werden. Solche Stellen sind beim Menschen vorzüglich: der laterale Rand des

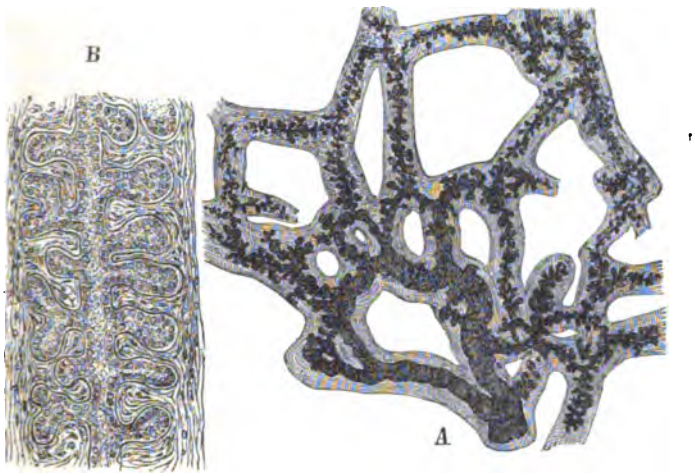
linken Leberlappens, die Umgebung der Hohlader, die Lagerstätte der Gallenblase und die Pforte der Leber selbst. Es ist nachgewiesen worden (*Zuckerkandl* und *ich*), dass der linke Leberlappen, welcher sich sichtlich im Laufe des Lebens zuschärft, sehr häufig an seinem lateralen Rande eine Strecke weit sein Parenchym völlig verliert, so dass die entsprechenden Theile der Leberkapsel, welche der oberen und unteren Leberfläche angehören, sich platt an einander legen und nur eine geringe Menge von Bindegewebe, mitunter mit Resten des Leberparenchyms durchsetzt, zwischen sich fassen. Wir haben diese Bildung als *häutigen Anhang* des linken Leberlappens bezeichnet. In diesen nun laufen stets mehr oder weniger reich ramificirte Gallengänge aus, mitunter solche von beträchtlichem Caliber (0·5—1 Cm.); allmälig aber gehen ihre Zweigchen eine eigenthümliche Veränderung ein, indem der bindegewebige Theil ihrer Wandung in dem umliegenden Bindegewebe sich verliert, die zellige Auskleidung undeutlich wird und endlich, sowie auch die Lichtung, völlig verschwindet. Die Anordnung dieser Gänge ist eine äusserst unregelmässige, da die einzelnen Zweige in den verschiedensten Krümmungen verlaufen und bald früher, bald später verschwinden.

Da sich der häutige Anhang innig an das Ligamentum triangulare sinistrum anschliesst (an der nach unten gewendeten Fläche ist indessen die Trennung stets sehr scharf ausgeprägt), so hat man ihn bisher immer als einen Theil des letzteren angesehen und es hatte das Vorkommen von Gallengängen in ihm etwas Räthselhaftes an sich. Es ist aber nun aufgeklärt, dass die Vasa aberrantia nur so weit reichen, als früher die Lebersubstanz gereicht hat, und dass sie in das Ligamentum triangulare selbst niemals übergreifen. Ausser den Gallengängen kommen in dem häutigen Anhang auch Ausläufer der Pfortader, Leberarterie und Lebervene und selbst Lymphgefässe der Leber vor.

Ein ganz ähnlicher Vorgang lässt sich nun an den anderen vorhergenannten Oertlichkeiten der Leber constatiren. Besonders interessant gestaltet er sich mitunter in der Umgebung der Hohlader. Diese durchbricht nemlich beim menschlichen Embryo fast immer die Lebersubstanz derart, dass sich hinter ihr noch eine Brücke von Leberparenchym befindet. Diese schwindet später und es bleibt ein etwa 1·5—2 Cm. breites, bindegewebiges Band zurück, welches sich mit dem Messer leicht von der Venenwand abpräpariren lässt. Es besitzt dieselbe Bedeutung, wie der häutige Anhang, und zeigt nach

vorausgegangener Injection stets reichlich entwickelte Vasa aberrantia. Eine ähnliche Brücke von Lebersubstanz überspannt sehr häufig beim Kinde das vordere Segment der Fossa longitudinalis sinistra. Ihr Schwund gibt gleichfalls zur Entstehung eines häutigen Bandes mit eingelagerten Vasa aberrantia Veranlassung. In der Furche für die Gallenblase, sowie in der für die Hohlvene ist häufig eine oberflächliche Schichte von Lebersubstanz geschwunden, so dass auf längere Strecken hin gröbere Gallengänge als Vasa aberrantia frei

Fig. 77.



A Vasa aberrantia mit zahlreichen Gallengangdrüschen aus der Leberpforte des erwachsenen Menschen. Injection mit gelber, opaker Leimmasse.
Hartnack, Syst. II. Ocul. 2. (Vergrösserung 30fach.)
B Stück eines Vas aberrans mit zahlreichen Drüschen, aus dem häutigen Anhang des linken Leberlappens isolirt; nicht injicirt, Carminfärbung.
Hartnack, Syst. VIII. Ocul. 2. (Vergrösserung 160fach.)

zu Tage treten. Zu einer ganz eigenthümlichen Formation geben sie in der Tiefe der Leberpforte Veranlassung (siehe unten).

Die Gallengangdrüsen. Die Hauptstämme, sowie die grösseren Aeste und Zweige der Gallengänge enthalten in ihren Wandungen drüsige Einlagerungen, welche sich als kurze, einfache Schläuche oder als kleine, gestielte Bläschen präsentiren. Sie nehmen die inneren Schichten der bindegewebigen Wandung der Gallengefässe ein und sind meist sehr dicht aneinander gerückt (Fig. 77 B). Beim Menschen erscheinen sie stets zu einer doppelten Reihe geordnet, so dass ein aufgeschnittener Gallengang ihre Mündungen als regelmässig an

einander gereihte Pünktchen erkennen lässt. Sie fehlen auch in den stärkeren Zweigchen der Vasa aberrantia nicht, ja sie können an denselben (bes. im häutigen Anhange) mitunter viel vortheilhafter beobachtet werden, als an irgend einer anderen Stelle. Sehr zahlreich sind sie stets in Verbindung mit Vasa aberrantia bei erwachsenen Personen in der Pforte der Leber zu treffen. Man findet daselbst, zwischen den ersten Astbildungen des Ductus hepaticus ausgebreitet und in eine besondere bindegewebige Membran eingebettet, dünne, vielfach aber regelmässig ramificirte Röhrchen, welche durch reichliche Anastomosen ein verschieden gestaltetes Netzwerk bilden. Die starken Wandungen derselben sind sehr reichlich mit kleinen Drüschen besetzt, welche den früher beschriebenen vollkommen gleichen. Dieses ganze Netzwerk lässt sich leicht von dem Ductus hepaticus aus mit Injectionsmasse erfüllen (Fig. 77 A). Nach meinen Erfahrungen muss ich die Röhrchen des Netzwerkes für Vasa aberrantia erklären, welche eben, wie anderwärts, zahlreiche Drüschen in ihren Wandungen führen. Diese Ansicht wird dadurch begründet, dass das ganze Netzwerk in einer bindegewebigen Membran eingeschlossen ist, dass es niemals bei neugeborenen Kindern vorkommt, sondern erst mit dem fortschreitenden Wachsthum sich ausbildet und endlich dadurch, dass einzelne Zweigchen desselben in das Leberparenchym eindringen, um sich dort wie gewöhnliche Gallengänge weiter zu ramificiren, während andere in der bindegewebigen Grundlage ebenso sich verlieren, wie dies oben für die Vasa aberrantia des häutigen Anhanges beschrieben worden ist. Die Veranlassung zu einem allmäligen Schwunde der Lebersubstanz kann an dieser Stelle in einer Druckwirkung von Seite der Pfortaderäste gelegen sein. — In Betreff der Bedeutung der Gallengangdrüsen, welche Gegenstand der verschiedensten Vermuthungen gewesen ist, möchte ich keinen Augenblick anstehen, sie ihrem Bau nach den gewöhnlichen Schleimdrüschen an die Seite zu stellen.

Es ist nun der *bindegewebigen Formationen*, welche sich an dem Aufbau der Leber betheiligen, zu gedenken. Die *Leberkapsel* ist nach Art der fibrösen Membranen gebaut, an verschiedenen Stellen von verschiedener Dicke. Der Peritonealüberzug lässt sich nur theilweise als ein besonderes Stratum darstellen. Die reichen, netzartigen Verzweigungen der Arteria hepatica, sowie die dichten Lymphgefässplexus, welche sie enthält, verleihen ihr ein eigenthümliches Gepräge. Von ihrer inneren Oberfläche schickt die Leber-

kapsel zahlreiche, zarte Fortsätze in das Leberparenchym, welche sich mit dem *interlobularen* Bindegewebe vereinigen. Dieses letztere ist abzuleiten aus den bindegewebigen Scheiden (Capsula Glissonii), welche die Ramificationen der Blut- und Gallengefässe von der Leberpforte aus überall hin begleiten und sich in der bereits oben angedeuteten Weise zwischen den Leberinselchen ausbreiten.

Aber auch in das Innere der Leberinselchen hinein lassen sich bindegewebige Elemente (*intralobulares Bindegewebe*) verfolgen; es sind dies äusserst feine, blasse, häufig verzweigte Fäserchen, welche sich zum Theil an die Wandungen der radiären Capillaren anschliessen, zum Theil aber auch über die Maschenräume derselben hingespannt sind. Ueber die eigentliche Natur dieser Fäserchen ist man noch nicht recht im Klaren, und da sie sich je nach der Präparationsmethode mit verschiedenem Aussehen präsentiren, so sind die Anschauungen darüber sehr getheilt. Von den meisten Autoren werden sie für eine Art reticulärer Bindesubstanz gehalten, von Anderen für collagene Bindegewebsfibrillen; *Peszke* schreibt ihnen die Eigenschaften der elastischen Substanz zu und stellt sie den von *Gerlach* in der Neuroglia beschriebenen Formelementen zur Seite. Um sie sichtbar zu machen, genügt es mitunter, feine Durchschnitte von in Chromsäure gehärteten Lebern durch Schütteln oder Pinseln von den Leberzellen zu befreien. *Peszke* empfiehlt eine mehrtägige Maceration frischer Leberstückchen in concentrirter Weinsäure und nachheriges Auswaschen mit Wasser. *Fleischl* hat durch complicirtere Methoden, namentlich mit Zuhülfenahme des Palladiumchlorides und der Ueberosmiumsäure, ein sehr dichtes Netzwerk von feinsten Bindegewebsfäserchen dargestellt, welches allerorts die Leberzellen umstrickt und besonders reichlich mit der Centralvene in Verbindung steht.

Ausser diesen faserigen Elementen sind mehrfach sternförmige oder spindelförmige, kernhaltige Zellen zwischen den eigentlichen Leberzellen gesehen worden, welche in Beziehung zum Bindegewebe gebracht worden sind, ohne dass über ihre Vertheilung oder über ihr Verhältniss zu den faserigen Elementen Näheres bekannt geworden wäre. Noch in jüngster Zeit hat *C. Kupffer*, welcher auch die Angaben *Fleischl's* über das Verhalten der faserigen, intralobularen Bindegewebsnetze bestätigen konnte, zackige und sternförmige Zellen beschrieben, welche ziemlich reichlich im Bereiche der Leberinselchen vertheilt sind und sich vornehmlich den radiären Capillaren anschliessen. Sie sind besonders ausgezeichnet durch die Eigenschaft, sich nach Impregnation des

Lebergewebes mit Chlorgold intensiv schwarz zu färben. *Kupffer* ist nicht geneigt, sie dem Bindegewebe zuzurechnen und betrachtet die Frage nach ihrer Natur und Bedeutung als eine offene.

Die Lymphgefässe der Leber. Die Leberlymphe hat nach verschiedenen Richtungen hin Abflusswege aus dem Organe. Einerseits findet man in dem Ligamentum hepato-duodenale eine grössere Zahl ansehnlicher Stämmchen, welche, aus der Leberpforte ausgetreten, hie und da durch Anastomosen in Verbindung stehen und zu den dort eingelagerten Lymphknoten hinziehen. Andererseits aber ist die ganze Leberkapsel von einem reichen, engmaschigen Lymphgefässnetze durchsetzt, dessen abführende Stämmchen gegen die verschiedenen Duplicaturen des Bauchfelles (Ligamentum suspensorium, triangulare, hepato-renale) zulaufen, um innerhalb der Platten derselben ihren Weg weiter fortzusetzen. Alle diese oberflächlichen Lymphgefässe nehmen die Lymphbahnen in sich auf, welche im Inneren des Organes in den Gefässscheiden und in dem interlobularen Bindegewebe in grosser Zahl vorkommen. Es sind dies netzartig geordnete, weite, capillare Röhrchen, welche insbesondere die Zweige der Pfortader und Leberarterie umspinnen.

Nahe der Oberfläche der Leber gehen sie direct in das Lymphgefässnetz der Kapsel über, in der Tiefe aber sammeln sie sich neben den grösseren Arterien- und Pfortaderästchen zu einzelnen Stämmchen, welche ihren Verlauf gegen die Leberpforte zu nehmen. Ob die Lymphbahnen mit ihren Wurzeln in die Leberinselchen hinein sich erstrecken, scheint bis jetzt noch sehr zweifelhaft. Was von den perivasculären Räumen, welche zuerst *Mac Gillavry* und später noch eine Anzahl von Autoren angenommen haben, zu halten ist, wurde bereits (Seite 281) erörtert.

Erwähnung verdient noch eine äusserst interessante, durch *v. Wittich* entdeckte Thatsache. Man kann nämlich an Kaninchen, welche durch Verblutung getödtet worden sind, durch Injection einer concentrirten Lösung von Indigcarmin in die Luftröhre, während man zugleich durch geeigneten Druck die Athembewegung nachahmt, neben anderen Lymphgefässbezirken auch die Lymphbahnen der Leber injicirt erhalten. *v. Wittich* fand an solchen Lebern nebst dem beschriebenen Lymphgefässnetze in der Umgebung der Pfortader auch ein solches um die Lebervenenstämme herum ausgebreitet, und von diesen interlobularen Netzen aus feine Ausläufer in die

Leberinselchen hineindringen, welche dort zwischen den radiären Capillaren und den Leberzellen eingeschaltet sind.

Die *Nerven der Leber* begleiten vor ihrem Eintritt in das Organ die Arteria hepatica und deren Aeste und sind vorwiegend aus *Remak'schen* Fasern mit einzelnen schmalen, markhaltigen Fasern zusammengesetzt. In ihrem Verlaufe finden sich, insbesondere an den Astwinkeln, einzelne oder Gruppen von Ganglienzellen. Ihre Ausbreitung im Inneren der Leber geht parallel den Zweigen der Leberarterie. Es ist höchst wahrscheinlich, dass sie mit den Leberzellen selbst nirgends in Zusammenhang stehen, überhaupt nicht in die Leberinselchen hinein gelangen. Gegentheilige Angaben, wie die von *Pflüger*, sind vielseitig schon widerlegt worden. Auch eine neuere Mittheilung *Nesterowsky's*, nach welcher feine Nervenfasernetze die Blutgefässcapillaren umstricken sollen, ohne mit den Leberzellen selbst in Contact zu treten, hat bereits von Seite *Kupffer's* Widerspruch erfahren.

Das Bauchfell.

Das Bauchfell (*Peritoneum*) ist eine bindegewebige Membran, welche an ihrer freien Fläche allenthalben mit einem endothelialen Ueberzug bedeckt ist und mit den Gebilden, denen sie aufliegt, mehr oder weniger fest durch Bindegewebe in Zusammenhang steht. Die Bauverhältnisse sind in dem parietalen und in dem visceralen Antheile, dem Wesentlichen nach, dieselben, jedoch erscheint der letztere an vielen Stellen stark verdünnt, oder mit dem eigenen, fibrösen Ueberzug der Organe untrennbar verschmolzen.

Die Fügung des Bindegewebes in dem Bauchfelle selbst ist eine ziemlich feste, die Fibrillenbündel, theils sehr fein, theils auch stärker, laufen in den verschiedensten Richtungen durcheinander, der überwiegenden Mehrzahl nach aber der Oberfläche parallel. Elastische Fasern kommen ziemlich spärlich vor und sind zu weitmaschigen, zarten Netzen geordnet. Die Bindegewebszellen gehören zumeist der platten Form an und treten in den oberflächlichsten Schichten nicht nur durch ihre Grösse, sondern auch durch ihre relative Menge viel auffälliger hervor, als in den tieferen Schichten, wo neben ihnen auch protoplasmareiche, grobkörnige, rundliche oder spindel-

förmige Bindesubstanzzellen in wechselnder Zahl zur Beobachtung kommen. Das Endothel besteht aus einer einschichtigen Lage platter, ziemlich regelmässig sechsseitiger Zellen, deren jede an der Stelle, wo der Kern eingelagert ist, eine leichte Vorwölbung besitzt. Durch Behandlung mit Silbersalpeter können sie in ihrer Lage leicht sichtbar gemacht werden.

Erwähnung verdient, dass in dem Peritoneum parietale der weiblichen Frösche an der vorderen und seitlichen Bauchwand zahlreiche, kleinere und grössere, theils isolirte, theils durch schmale Brücken zusammenhängende Gruppen von cubischen oder abgeplatteten Flimmerzellen vorkommen — ein Umstand, welcher für die Beförderung der ausgestossenen Eier nach dem, nahe dem Herzen gelegenen, abdominalen Tubenostium grosse Wichtigkeit erlangt; es ist denn auch der Strom der Flimmerung dahin gerichtet.

Die Verbindung des Bauchfelles mit seiner Unterlage wird durch das *subseröse* Bindegewebe vermittelt. Dasselbe zeigt, sowohl nach Mächtigkeit, als nach Fügung an verschiedenen Stellen die mannigfachsten Differenzen. Wo das Bauchfell in grossem Umfang verschiebbar ist, erscheint das subseröse Gewebe reichlich entwickelt, aus derben, locker gewebten Bindegewebsbündeln und reichlichen, mitunter sehr starken, elastischen Fasern hergestellt und von Fettgewebsläppchen und vereinzelnten Fettzellen in verschiedenem Maasse durchsetzt. An anderen Stellen ist die Subserosa dünn und zart, die elastischen Fasern in sehr geringer Zahl vertreten. Wo das Bauchfell sehr fest an seiner Unterlage haftet, wie an dem Darm, an der Leber u. s. w., kann eine subseröse Schichte meist nicht mehr deutlich nachgewiesen werden.

Eine eigenthümliche Modification des Bauchfelles stellt das *grosse Netz* dar. In ihm ist das Bindegewebe zu zahlreichen, breiteren und schmäleren Strängen geordnet, welche sich vielfach verzweigen und durch reichliche gegenseitige Verbindungen ein Gitterwerk mit rundlichen oder polygonalen Lücken herstellen; die Bindegewebsstränge sind ringsum mit Endothelzellen bekleidet. Diese netzartige Anordnung fehlt nur in der nächsten Nachbarschaft der grösseren Gefässramificationen, wo der gewöhnliche Bau des Bauchfelles hervortritt, und bei wohlgenährten Individuen reichliche Fettgewebszüge sich ausbreiten.

Die *Blutgefässe* bezieht das Bauchfell aus den Gebilden, welche es überkleidet, nur das Omentum erhält eigene, verhältnissmässig

starke Stämme. Die capillare Ausbreitung derselben findet sich in Gestalt weitmaschiger Netze in den oberflächlichsten Schichten. Von dem Netzwerk des Omentum beherbergen nur die stärkeren Stränge einfache, capillare Gefässchen.

Die *Lymphgefässe* gehören vorwiegend dem subserösen Gewebe an, und entfalten sich namentlich in einigen Bezirken des visceralen Theiles zu dichten Netzen. In Betreff des directen Zusammenhanges des Peritonealraumes mit dem Lymphgefässsystem vergleiche Seite 282.

Ueber das Verhalten der spärlichen *Nerven*, welche sich im Bauchfelle selbst verbreiten, ist nichts Näheres bekannt. Völlig räthselhaft ist noch das Vorkommen zahlreicher *Pacini'scher* Körperchen im subserösen Gewebe des Mesenteriums der Katze.

VI. Kapitel.

Der Athmungsapparat.

Der mechanische Vorgang bei der Lungenathmung besteht bekanntlich darin, dass durch gesetzmässige Volumsveränderungen des Brustraumes in rhythmischen Intervallen Luft in den Körper eingesaugt und wieder ausgestossen wird. Die Behälter für die aufgenommene Luft sind die *Lungen*, das Leitungsrohr, welches diese mit der Aussenwelt, und zwar zunächst mit der Rachenhöhle, in Verbindung setzt, ist die *Luftröhre*. Die letztere spaltet sich in der Brusthöhle in zwei, für die rechte und linke Lunge bestimmte Aeste (*Bronchi*). Diese sind es, welche mit ihren reichen, baumförmigen Verzweigungen die Lungen in ihrer ganzen Ausdehnung durchziehen, die eingesogene Luft in alle Bezirke derselben vertheilen und gleichzeitig eine Art von Gerüste für die Lungen herstellen. Von den feinsten Bronchialzweigchen lauft schliesslich ein jedes in einen blinden, buchtigen Hohlraum aus, dessen äusserst dünne Wandung von einem reichen Netzwerk von Blutcapillaren durchzogen wird.

So kommt es, dass die von den Lungen aufgenommene Luft in grosser Flächenausdehnung in günstige osmotische Beziehungen zum Blute versetzt, und ein ausgiebiger Austausch gewisser Bestandtheile derselben (Sauerstoff und Kohlensäure) — der eigentliche Zweck der Athmung — ermöglicht wird.

So wie die Anordnung des Ganzen, nicht minder entspricht der Aufbau der einzelnen Theile dem gegebenen Zweck. Das zuleitende Luftrohr, ein häutiger Schlauch, erhält durch ein eingelagertes, segmentirtes Knorpelskelet die nöthige Starrheit, vermöge welcher es dem Luftstrome stets offen und durchgängig bleibt, ja diese knorpeligen Einlagerungen begleiten auch die Bronchialverästlungen bis in ihre feineren Zweige. Das Gewebe der Lunge selbst ist ganz ausserordentlich reich an Gebilden der elastischen Substanz, ein Umstand, welcher für das Zustandekommen gleichförmiger Volumsveränderungen im ganzen Bereiche des Organes gewiss von hoher Bedeutung ist. Ihre äussere Oberfläche ist durch einen serösen Ueberzug geglättet, die Luftwege im Inneren zum Theile von einer wahren Schleimhaut, durchwegs aber von einer epithelialen Zellenlage bekleidet.

Dem Anfangstheile der Luftröhre ist der *Kehlkopf*, als das Organ der Stimmbildung, aufgesetzt, dessen knorpelige Skelettheile zum Theil durch Faserhäute zusammenhängen, zum Theil aber in gelenkiger Verbindung stehen und durch quergestreifte Muskulatur gegen einander bewegt werden können.

Im Anhang zu dem Athmungsapparate möge, ihrer Lagebeziehungen wegen, die *Schilddrüse* abgehandelt werden.

1) Der Kehlkopf.

Seine *Schleimhaut* ist bezüglich ihres bindegewebigen Theiles von anderen Schleimhäuten vorzüglich durch einen grossen Reichthum an feinen, elastischen Fasernetzen ausgezeichnet, welche sowohl die Tunica propria als die Submucosa durchziehen. Die letztere ist an einzelnen Stellen, so am Kehlkopfeingang, im Bereiche der Arytenoidknorpel, in den *Morgagni'schen* Taschen, ziemlich locker gewebt, an den anderen Orten aber straffer und entweder unmittelbar mit dem Perichondrium verschmolzen, oder unter Aufnahme starker, elastischer Faserzüge zu mehr weniger selbstständigen Formationen

gestaltet (Ligamentum conicum, die wahren Stimmbänder). In den *Morgagni'schen* Taschen, sowie in den sogen. falschen Stimmbändern, findet man öfters zahlreiche Lymphkörperchen in der Submucosa eingelagert; in seltenen Fällen kommt es beim Menschen zur Entwicklung von umfangreicheren, lymphoiden Formationen, was hingegen beim Hunde (*Boldyrew*) ein häufiger Befund ist.

Die Oberfläche der Schleimhaut ist im Allgemeinen glatt und frei von Papillen, nur im Bereiche der wahren Stimmbänder und an einem schmalen Streifen der vorderen Fläche der Arytenoidknorpel sind solche in nicht unbeträchtlicher Anzahl vorhanden und gleichen in Bezug auf Gestalt und Grösse denen des Pharynx. Die Grenzschichte der Schleimhaut gegen das Epithel zu zeigt sich an Querdurchschnitten als ein glasheller Saum, welchem entsprechend ich am Pferdekehlkopf durch Behandlung mit Natronlauge eine Basement-Membran isoliren konnte. Beim Menschen scheint dies nicht zu gelingen.

An den Stellen, wo keine Papillen sich finden, und an der hinteren Fläche der Epiglottis trägt die Schleimhaut ein geschichtetes, flimmerndes Cylinderepithelium (vergl. Fig. 52 B); die papillenführenden Theile derselben werden von geschichtetem Pflasterepithelium bedeckt. Bemerkenswerth ist ausserdem das bereits erwähnte Vorkommen von Geschmacksknospen in dem Epithel der hinteren Fläche des Kehldeckels. In dem submucösen Bindegewebe sind kleine, traubenförmige *Schleimdrüschen* eingelagert, von denen grössere Anhäufungen in der Gegend der Arytenoidknorpel und in den *Morgagni'schen* Taschen vorkommen. An der hinteren Fläche des Kehldeckels sind sie zum Theil in grubigen Vertiefungen des Knorpels aufgenommen.

Von dem Skelet des Kehlkopfes besitzen der Schildknorpel und der Ringknorpel, sowie die Corpuscula triticea der Membrana thyreohyoidea, durchaus hyaline Grundsubstanz; der Kehldeckel hingegen, sowie die *Santorini'schen* und die *Wrisberg'schen* Knorpel gehören in die Reihe der elastischen Knorpel; die Arytenoidenknorpel sind zwar in ihrem grössten Theile hyalin, ihre Spitze aber und der Processus vocalis führen ziemlich reichliche elastische Fasernetze in ihrer Grundsubstanz.

Die *Blutgefässe* des Kehlkopfes mögen nur soweit Erwähnung finden, als sie der Schleimhaut angehören. In derselben sind sie zu drei, der Tiefe nach wohl geschiedenen, netzförmigen Ausbrei-

tungen geordnet. In die tiefste Schichte fällt die Verzweigung der stärkeren Stämmchen, welche durch gegenseitige Anastomosen ein eckiges Maschenwerk formen. Die mittlere Schichte, welche durch schief aufsteigende Zweigchen aus der tiefen Schichte gespeist wird, besteht aus einem engmaschigeren Netzwerk feiner Röhrchen, dessen Maschen im Allgemeinen rundlich, in dem Bereiche der wahren Stimmbänder aber in die Länge gestreckt sind. In beiden Netzen verlaufen Venen- und Arterienzweige parallel. Aus dem mittleren Gefässnetze ziehen zahlreiche feine Zweigchen nach der Oberfläche, um sich unmittelbar unter der hyalinen Grenzschichte in ein dichtes Capillarnetz aufzulösen. Dasselbe sendet an den mit Papillen versehenen Schleimhautstellen steil verlaufende Schlingen in diese hinein, an den anderen Bezirken ist es völlig flach ausgebreitet. An der hinteren Fläche des Kehldeckels ist die Gefässvertheilung insoweit abweichend, als das mittlere Gefässnetz fehlt.

Die *Lymphgefässe* der Kehlkopfschleimhaut sind zu zwei, nicht sehr scharf getrennten Netzen geordnet, von denen das tiefere aus weiten, das oberflächlichere aus engeren Röhrchen geformt wird. Das letztere liegt unter dem oberflächlichen Blutcapillarnetz.

Die *Nerven* des Kehlkopfes sind besonders ausgezeichnet durch ziemlich reichliche Einlagerung von Ganglienzellen im Bereiche ihrer feineren Verästlung. Die markhaltigen Fasern derselben bilden in der Schleimhaut selbst unter häufigen, doppelten, selbst dreifachen Theilungen ein reichhaltiges Flechtwerk. Ihre letzten Endigungen sind noch nicht sicher bekannt. Ein Theil derselben steht ohne Zweifel in Verbindung mit den Geschmacksknospen des Kehldeckels; ausserdem ist an ihnen eine Art von Terminalkörperchen beschrieben worden (*Luschka*).

2) Die Luftröhre.

Ihre Schleimhaut ist von ähnlicher Beschaffenheit, wie die des Kehlkopfes; die elastische Substanz gelangt in ihr zu noch stärkerer Entwicklung und tritt namentlich in der Tunica propria in Form eines dichten Fasernetzes mit vorwiegend longitudinaler Richtung auf. Die Submucosa ist kaum deutlich von der Schleimhaut geschieden und übergeht nach Aussen, ebenso ohne scharfe Grenzen, in die straffe Faserhaut, welche mit den Knorpelringen zusammen das eigentliche Gerüste der Luftröhre bildet. Die Knorpel sind durchaus

hyalin, ihr Perichondrium verschmilzt untrennbar mit der erwähnten Faserhaut. An der hinteren, knorpelfreien Wand der Luftröhre sind unmittelbar unter der Schleimhaut zahlreiche, querverlaufende Bündel glatter Muskelfasern eingelagert, welche mit elastischen Sehnen zum Theile am hinteren Segmente der Knorpelringe, und zwar an dem Perichondrium ihrer inneren Oberfläche, sich ansetzen, entsprechend den Knorpelinterstitien aber in der Faserhaut endigen. An der äusseren Oberfläche löst sich das Gewebe der letzteren zu einem lockeren Interstitialgewebe auf, mittelst dessen die Lufröhre an die Gebilde der Nachbarschaft angeheftet ist. An der Grenze gegen die Speiseröhre enthält dasselbe sehr reichliche elastische Elemente in Gestalt von derben Fasernetzen und elastischen Platten und ausserdem spärliche, längslaufende Bündel glatter Muskelfasern.

Die innere Oberfläche der Luftröhre ist mit geschichtetem, flimmerndem Cylinderepithel bedeckt, an welchem mitunter auch Becherzellen beobachtet worden sind. Die Richtung der Flimmerbewegung geht hier, sowie im Kehlkopf, nach der Rachenhöhle hin.

Traubige Schleimdrüschen sind im ganzen Bereiche der Luftröhre vorhanden, am reichlichsten an ihrer hinteren Wand, wo sie sich zwischen die queren Muskelbündel und noch hinter dieselben hin erstrecken. Ihre Ausführungsgänge durchbohren meist in schiefer Richtung die Schleimhaut und zeigen die Eigenthümlichkeit, dass die sie bekleidenden Zellen noch eine Strecke weit mit Flimmerhaaren besetzt sind.

In Betreff der Ausbreitung der *Blutgefässe, Lymphgefässe* und *Nerven* in der Schleimhaut der Luftröhre gilt genau dasselbe, was für den Kehlkopf angegeben worden ist.

8) Die Lungen.

Von den beiden aus der Luftröhre hervorgehenden Bronchi bildet ein jeder den Stamm für das ganze, eine Lunge durchziehende, baumförmige Geäste der Luftkanäle (Bronchialverästlungen). Die Ramification erfolgt in der Weise, dass ein jeder für einen Lappen bestimmte Bronchialast zunächst durch gabelige Theilungen in einige Zweige zerfällt, welche divergirend nach verschiedenen Bezirken des Lappens hinziehen. Von diesen Zweigen gehen nun in ziemlich regelmässigen Intervallen, unter mehr oder weniger spitzen Winkeln Nebenzweige ab, welche sich in derselben Weise weiter ramificiren.

Alle diese Zweige, bis herab auf einen Durchmesser von ca. 1 Mm., werden *interlobulare Bronchien* genannt. Aus ihnen gehen die *lobulären Bronchien* (*Bronchioli*) hervor, so genannt, weil ihr weiteres Ramificationsgebiet innerhalb eines mehr oder weniger deutlich abgegrenzten Abschnittes der Lunge gelegen ist, welchen man als *Lungenläppchen* bezeichnet. Um sich eine gute Vorstellung über die letzteren zu verschaffen, wende man sich an einen Embryo oder an ein neugeborenes Kind, bei denen die Läppchen, durch verhältnissmässig reichliches Bindegewebe umgeben, deutlich hervortreten. Ihrer Gestalt nach gleichen sie da so ziemlich einem Kegel, an dessen Spitze der lobulare Bronchus eintritt und dessen Basis in den peripheren Parthien der Lunge der Pleura zugewendet ist. Mit zunehmendem Wachsthum verwischen sich die Grenzen zwischen den Läppchen mehr und mehr, so dass sie an erwachsenen Individuen häufig kaum mehr demonstrirt werden können. In vielen Fällen jedoch wird es noch dadurch ermöglicht, dass in dem Zwischengewebe der Läppchen Pigmentanhäufungen*) stattgefunden haben, durch welche dann ihre Grenzen markirt werden.

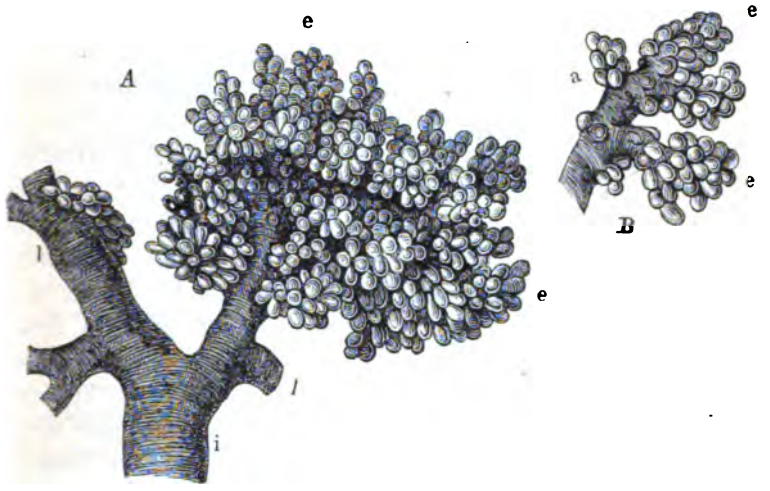
Innerhalb der Lungenläppchen ergibt sich folgendes Verhalten der luftführenden Räume: Der lobulare Bronchus zerspaltet sich nach seinem Eintritt noch ein- oder das anderemal unter fast rechtem Winkel und aus den so entstandenen Zweigchen gehen die *terminalen Lufträume* hervor. Diese treten nicht, wie die Bronchialzweige, als einfache, drehrunde Kanälchen auf, sondern es besitzen ihre äusserst zarten Wände zahlreiche, halbkugelförmige Ausbuchtungen, welche als *Alveolen* (*Lungenbläschen*) bezeichnet werden. In einem jeden Läppchen bestehen die terminalen Lufträume aus einem

*) Das feinkörnige, schwarze Pigment, welches man in verschieden grosser Menge in der menschlichen Lunge findet, besteht einerseits aus wahren Melaninkörnchen, wie sie auch sonst in manchen Geweben sich finden, andererseits aber auch aus feinsten Kohlenpartikelchen, welche offenbar dem Staub der Atmosphäre entstammen. Die letzteren zeichnen sich durch eine eckige, zackige Gestalt aus. Bei Kohlenarbeitern, auch bei Thieren, welche man in einer mit Kohlenstaub geschwängerten Atmosphäre aufbewahrt hatte, fand man ganz ausserordentliche Massen von diesen Partikelchen angesammelt, und dadurch die Lungen völlig schwarz gefärbt (Anthrakosis). Die Ablagerungsstätten des Pigmentes sind ausser dem interstitiellen Bindegewebe auch noch die Wandungen der Alveolen, besonders die körnigen Epithelzellen derselben. Ganz gewöhnlich häuft es sich auch in den Bronchial-Lymphdrüsen an.

System von verzweigten Gängen (*Alveolengänge, F. E. Schulze*), deren letzten Ausläufer mit einer kolbigen oder birnförmigen Auftreibung, dem sogen. *Infundibulum* (besser vielleicht *Endsäckchen*) abgeschlossen sind.

Die Alveolengänge zeigen noch im Allgemeinen eine cylindrische Gestalt, die ihnen aufsitzenden Alveolen reihen sich, wie ich mindestens beim Menschen, im jugendlichen Zustande finde, nicht einer dem anderen unmittelbar an, sondern sind mehr oder weniger zerstreut (vergl. Fig. 78 B). Die Verästigung der Alveolengänge erfolgt

Fig. 78.



Corrosionspräparate aus der Lunge eines 11jährigen Knaben.
A Die letzte Verästigung eines interlobularen Bronchus (i) 1 lobulare Bronchien.
B Alveolengang (a) und Endsäckchen (e). (Hartnack Objectiv II. Ocul. 2.)

unter fast rechten Winkeln und zwar so, dass dabei der Durchmesser derselben nicht erheblich abnimmt. Der Uebergang ihrer Endausläufer in die Endsäckchen erfolgt ohne scharfe Grenze; die Alveolen häufen sich und kommen bald ganz dicht neben einander zu stehen, so dass die Wandung eines Endsäckchens eigentlich nur aus den Wandungen einer Anzahl hart aneinander gereihter Alveolen zusammengesetzt wird. Es mögen von den letzteren etwa 10 bis 20 zur Bildung eines Endsäckchens beitragen.

Nun ist hervorzuheben, dass die Gestaltung und die Dimensionen der terminalen Lufträume ganz ausserordentlichen Schwan-

kungen unterliegen, je nach ihrem jeweiligen Gehalt an Luft oder, je nachdem sie behufs der Untersuchung mehr oder weniger durch andere Substanzen erfüllt worden waren. Erhärtet man z. B. eine Lunge ohne Weiteres in Weingeist, so ist sie nach einiger Zeit völlig zusammengezogen und enthält nun geringe Reste von Luft in ihrem Inneren, die Wandungen der terminalen Lufträume liegen fast flach aneinander, so dass die Orientirung an Schnittpräparaten äusserst erschwert ist. Man pflegt daher gewöhnlich die Lungen in etwas ausgedehntem Zustande in die Erhärtungsflüssigkeit zu bringen, indem man vorher Luft, oder besser Alkohol oder farblosen Leim, durch den Bronchus eingespritzt und den letzteren unterbunden hat. Zweckmässig geführte Durchschnitte (senkrecht und parallel zur Oberfläche) geben so, besonders von Kinderlungen, mitunter sehr übersichtliche Bilder. Am besten aber lässt sich die Vertheilung und Anordnung der terminalen Luftwege an Corrosionspräparaten überblicken, und wer in der Lage ist, sich solche anfertigen zu können, möge es nicht versäumen. Man injicirt zu dem Ende, nachdem die Luft so gut als möglich entfernt worden ist, eine starre, consistente Wachsmasse*) durch den Bronchus bis zu einer möglichst gleichmässigen Erfüllung der Lunge und bringt dieselbe nach dem Erkalten der Masse in concentrirte Salzsäure. Dort bleibt sie so lange liegen, bis sich das erweichte Gewebe durch einen schwachen Wasserstrahl aus einer Spritzflasche vollständig entfernen lässt und der reine Abguss der Luftwege zurückbleibt. Kleine Parthien davon werden nun ausgewählt und bei auffallendem Lichte mit 15—30facher Vergrösserung untersucht. Ein solches Präparat ist in Fig. 78 dargestellt.

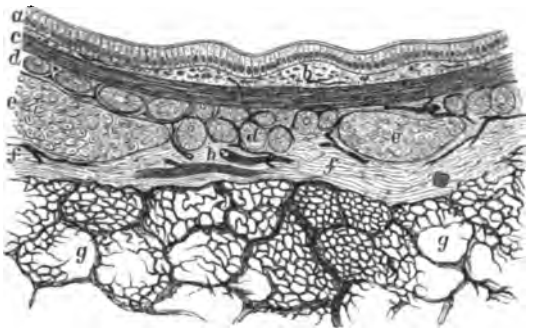
Mit Bezug auf den *feineren Bau* der Bronchialverzweigungen ist folgendes zu bemerken. Der Bronchus selbst und seine nächsten Aeste zeigen keine wesentlichen Abweichungen von dem Bau der Luftröhre. Mit der fortschreitenden Verästlung derselben nehmen die einzelnen Wandbestandtheile allmälig an Stärke ab, erfahren

*) Eine solche Masse bereitet man sich am einfachsten durch Zusammenschmelzen gleicher Theile von weissem Wachs und reinem Colophonium. Man gibt dann noch etwas Mastixfirniss zu und färbt ziemlich intensiv mit Zinnober oder Chromgelb, wozu man am besten die käuflichen Kapselfarben verwendet. Um die Lunge möglichst luftleer zu erhalten, lässt man sie durch 24 Stunden in einer Schale von mehrfachen feuchten Lappen bedeckt liegen. Die Injection muss dann unter warmem Wasser, bei möglichst geringem Druck mittelst einer Spritze vorgenommen werden.

aber auch gewisse Modificationen, welche zuerst in der Vertheilung und Gestaltung der eingelagerten Knorpel und in der Anordnung der Muskulatur sich bemerklich machen.

Die *Knorpel* treten nur in den ersten Aesten des Bronchus in Form von Halbringen auf, in den weiteren Verzweigungen erscheinen sie in kurzen Intervallen als rundliche oder winkelige Plättchen, welche in dem ganzen Umfang der Röhrenwand zerstreut eingelagert sind. Ihre Grösse nimmt, sowie ihre Dicke, allmälig ab, bis sie in Bronchialzweigen, deren Durchmesser etwa 1 Mm. beträgt, gänzlich verschwinden.

Fig. 79.



Querdurchschnitt durch einen Bronchialast aus der Lunge der Katze.

a Epithel, b Schleimhautschichte, c Muskulatur, d Schleimdrüschen, e Knorpelplättchen, f äussere Faserhaut, g die anstossenden Lungenalveolen, in verschiedener Weise von dem Schnitte getroffen, mit injicirtem Capillarsystem, h Grössere Bronchialgefässe. (Im Präparate waren die Arteriae bronchiales mit blauer, die Verzweigungen der Arteria pulmonalis mit rother Masse injicirt.)

(Hartnack, Object. V. Ocul. 2.)

Die *Muskulatur*, ausschliesslich aus glatten Elementen bestehend, ist in den grossen und mittleren Bronchialästen zu einer geschlossenen, ringförmigen Lage entwickelt, deren ziemlich starke Bündel ab und zu gegenseitig ihre Fasern austauschen, mitunter sogar netzartig ineinander verflochten sind. In den kleineren Bronchialzweigen erscheinen sie gewöhnlich als eine gleichförmige, circuläre Schichte (Fig. 79), welche im Grunde der Schleimhaut eingelagert und von feinen, elastischen Fasernetzen durchsetzt ist. In den kleinsten der interlobularen Bronchien sind die Muskelbündel nur mehr sehr dünn, aus einigen wenigen Fasern bestehend und rücken etwas weiter auseinander; sie umgreifen jedoch noch immer den ganzen Umfang des Rohres.

Die *Schleimhaut* der interlobularen Bronchialzweige erscheint in dem Falle, als diese nicht durch Injectionsmassen ausgedehnt erhalten worden sind, stets in Längsfalten gelegt, welche um so steiler und um so höher vortreten, je mehr der Durchmesser der Röhrchen abnimmt. Ihr bindegewebiger Antheil ist durchwegs sehr reichlich mit elastischen Fasernetzen durchsetzt, welche im Allgemeinen der Länge nach gestreckt sind. Der Epithelialüberzug, durch eine hyaline Grenzschichte von der Schleimhaut getrennt, verliert allmälig an Dicke, wobei jedoch zu bemerken ist, dass er noch lange eine deutliche Schichtung erkennen lässt (nach *Kölliker* selbst an Bronchialzweigen von 2 Mm. Durchmesser). Indessen werden die Zellen der tieferen Lagen allmälig spärlicher, die Spindelzellen der mittleren Schichte verschwinden gänzlich, und es erscheinen nach und nach nur mehr zwischen den Basalenden der flimmernden Cylinderzellen einzelne kugelige oder conische Zellen, welche sich wie Ersatzzellen des gewöhnlichen Cylinderepithels verhalten. In den kleineren interlobularen Bronchien findet man ein einschichtiges Epithel aus langen flimmernden Cylinderzellen bestehend, welche in den feinsten Zweigen beträchtlich kürzer und allmälig würfelförmig werden. Der Flimmerbesatz findet sich auch noch in den lobularen Bronchien. Sehr verbreitet, bis in die letzten Verzweigungen der Bronchien, kommen auch Becherzellen vor (*Schulze*).

Die *Faserhaut* der Bronchien, aus gekreuzten Bindegewebsbündeln mit elastischen Fasernetzen zusammengesetzt, geht nach aussen in eine mehr lockere Bindegewebsscheide über, welche die parallel laufenden Verzweigungen der Gefässe, Nerven und Bronchien gemeinschaftlich einhüllt. Das Verhältniss der Faserhaut zu den in ihr eingelagerten Knorpelplättchen ist ganz analog dem, wie es in der Luftröhre besteht. In den kleinsten Bronchialzweigen, welche keine Knorpel mehr besitzen, wird die Faserhaut sehr dünn und kaum mehr deutlich von dem Schleimhautgewebe zu sondern.

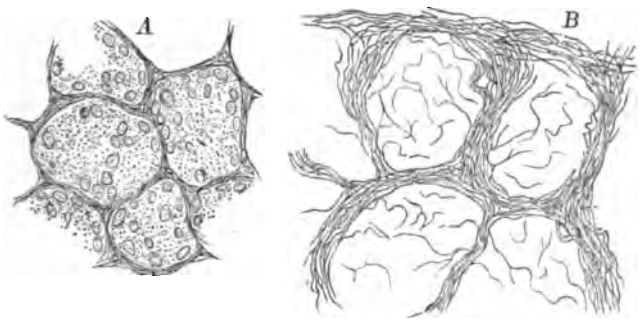
Die Bronchialäste sind endlich ziemlich reich an *traubigen Schleimdrüschen*, welche sich unter der Muskelschichte, in den inneren Theilen der Faserhaut ausbreiten, in den grossen Aesten eine beträchtliche Grösse erlangen können, in den feineren Verzweigungen nur mehr aus wenigen Acini bestehen. Sie reichen in denselben ungefähr so weit, als die knorpeligen Einlagerungen.

Die *lobularen Bronchien* lassen bezüglich ihrer bindegewebigen Grundlage keine Unterscheidung einer Schleimhaut und Faserhaut

zu, es ist dieselbe vielmehr äusserst zart und dünn, und zeigt neben längslaufenden Bindegewebsbündeln feine, elastische Fasernetze. Die Muskulatur bildet keine geschlossene Lage, sondern erscheint in mehr zerstreuten, dünnen Bündeln oder auch in einzelnen von diesen abgezweigten Fasern, welche jedoch noch immer mehr weniger der Quere nach gestellt sind. Das Epithel besteht aus cubischen, mit Flimmerhaaren besetzten Zellen, welche gegen die Alveolengänge zu sich mehr und mehr abplatten. Knorpel und Drüsen fehlen gänzlich.

In den terminalen Lufträumen ist die Verdünnung der Wandungen noch weiter fortgeschritten; sie bestehen aus einer zarten, blassen, membranösen Grundlage, welche in den Alveolengängen

Fig. 80.



A Alveolen aus der in Chromsäure erhärteten Lunge einer Katze (Schnittpräparat). In den Wandungen sind zahlreiche Kerne der Epithelzellen zu erkennen.
B Elastisches Gerüste der Alveolen aus der Lunge des erwachsenen Menschen. (Zupfpräparat mit Zusatz von Natronlauge.) (Hartnack, Object. VIII. Ocul. 2.)

noch eine leichte Längsstreifung erkennen lässt, in den Alveolen selbst völlig strukturlos ist, allenthalben aber eine Stütze durch reichlich entwickelte, elastische Fasernetze erhält. In den Alveolengängen sind diese im Allgemeinen in circulärer Richtung geordnet. Wo Alveolen aufsitzen, ist deren Basis (Eingangsstelle) durch einen kreisförmigen Zug dicht verfilzter, elastischer Fasern gestützt und von diesem zweigen sich einzelne dünne, gabelig verästelte Fäserchen ab, um über die ganze Wandung der Alveolen ein weites Maschenwerk zu bilden. Ganz übereinstimmend verhalten sich die elastischen Fasernetze an den Alveolen, welche, dicht aneinander gereiht, die Wandungen der Endsäckchen zusammensetzen (Fig. 80). Eine jede

derselben ist an ihrem Eingang von dem gemeinschaftlichen Hohlraum her durch einen dichteren Zug elastischer Fasern umkreist, während an ihren Seitentheilen und an ihrem Grund einzelne, verzweigte Fäserchen ein weitmaschiges Netzwerk herstellen. Man kann sich von dieser Anordnung leicht überzeugen, wenn man zu einem aus frischem Lungengewebe hergestellten Zupfpräparat Essigsäure, oder noch besser, verdünnte Natronlauge zusetzt. Es ist indessen zu bemerken, dass die Wandungen benachbarter Alveolen ganz gewöhnlich an den einander zugewendeten Seitentheilen unter sich verschmelzen und daher ihre Lichtungen nur durch eine einfache Wandschichte (man nennt sie *Alveolenseptum*, *Schulze*) getrennt sind. An erwachsenen Individuen, und insbesondere im höheren Alter, kommt es sehr häufig zu einem mehr weniger ausgebreiteten Schwund dieser Scheidewände, so dass die Räumlichkeiten benachbarter Alveolen theilweise ineinander fliessen.

Muskulöse Elemente finden sich in den grösseren Alveolengängen noch als zarte Bündelchen oder vereinzelte Fasern, in querer Richtung der Wandung eingebettet. Dass in den Endsäckchen und überhaupt in den Alveolen glatte Muskelfasern vorkommen, ist zwar von einigen Seiten (zuerst von *Moleschott*) behauptet worden, hat sich jedoch in Folge erneuter Untersuchungen als irrig herausgestellt (*Kölliker, Henle, Schulze*).

Der Epithetialüberzug der terminalen Lufträume ist durch eine einschichtige Lage platter, polygonaler, flimmerloser Zellen hergestellt, lässt sich aber nur an ganz frischen Objekten, am besten nach Einspritzung von Silbersalpeter, im Zusammenhang zur Ansicht bringen. Nicht ganz frische Lungen zeigen an Stelle desselben (Fig. 80 A) eine diffuse, körnige Masse mit zerstreuten Kernen, jedoch ohne irgend eine Andeutung von Zellengrenzen. An gelungenen Silberpräparaten ergibt sich bei genauerer Untersuchung die eigenthümliche Erscheinung, dass sich unter den Epithelialzellen der Alveolen zweierlei verschiedene Formen finden; die einen sind ziemlich regelmässig polygonal, stark granulirt; die anderen, gewöhnlich um das doppelte grösser, sind ganz blass, homogen und häufig nach einer Richtung etwas in die Länge gestreckt. Beide Arten erscheinen ohne bestimmte Regel durch einander gestreut. Es ist dabei zu bemerken, dass an den Lungen älterer Embryonen und todt geborner Kinder alle Zellen gleichmässig gross und deutlich granulirt gefunden werden, während bei Individuen, welche nur kurze Zeit geathmet haben,

sich bereits verbreiterte und hellere Epithelzellen eingestreut zeigen (*Schulze*). Es ist daher die Vermuthung nahe gelegt, dass die letztere Zellenform auf mechanischem Wege durch die Ausdehnung der Wandungen aus der ursprünglichen hervorgeht.

Einen hervorragenden Bestandtheil der Alveolenwandung bildet endlich das Netz der *Blutcapillaren*. Dasselbe ist unmittelbar unter der Epitheldecke in der homogenen Grundmembran der Alveolen eingebettet und mit äusserst engen Maschen über das ganze Bereich derselben ausgebreitet (vergl. Fig. 79). In Folge der oberflächlichen Lage der Capillarröhrchen und wohl auch wegen ihres ziemlich beträchtlichen Durchmessers treten sie in gefülltem Zustande an der Innenfläche der Alveolen in Gestalt buckeliger Erhebungen vor — eine Thatsache, welche mit Rücksicht auf die Grösse des respiratorischen Gaswechsels von hoher Bedeutung ist, da in Folge dessen ein erheblicher Theil ihrer Wandung sich dem Luftraume zuwendet. Es ist übrigens einleuchtend, dass dieses Vorragen der Capillarröhrchen bei stärkerer Ausdehnung der Alveolenwandungen gemindert wird.

Mit Bezug auf die Vertheilung der Blutgefässe in den Lungen ist nun noch folgendes zu erwähnen. Die *Arteria* und *Vena pulmonalis* ramificiren sich parallel den Bronchialzweigen bis zu ihrem Eintritt in die Lungenläppchen; dort zerfallen die Arterien in kleinste Zweigchen, welche die Alveolengänge begleiten und mit ihren letzten Ausläufern zwischen die Endsäckchen eindringen, um sich in das Capillarsystem der Alveolen aufzulösen. Zwei oder mehrere der letzteren beziehen gewöhnlich ihr Blut aus einem arteriellen Endzweigchen. Die Wurzeln der Venen entstehen an dem Grunde der Alveolen und sammeln sich in dem interlobularen Bindegewebe zu stärkeren Stämmchen, welche sich dann in ihrem weiteren Verlaufe den Arterien anschliessen.

Die Bronchialäste besitzen ein eigenes, ernährendes Gefässsystem, welches aus den *Arteriae bronchiales* hervorgeht. Die Stämmchen derselben begleiten ebenfalls die grossen Bronchialäste, geben aber während ihres Verlaufes reichliche Zweigchen an die Wände derselben sowie an das umliegende Bindegewebe ab und besorgen zugleich die Vasa vasorum für die Arteria und Vena pulmonalis. In den Wandungen der Bronchien entwickelt sich ein zweifaches Capillarnetz, ein tieferes mit länglichen Maschenräumen in der Muskelschichte und ein oberflächliches, dichteres in der Schleimhaut selbst, unmittelbar unter der hyalinen Basalmembran.

Namentlich das erstere hängt mit Bezug auf seine Entwicklung von der Stärke der Bronchien ab. Die Venen, welche das Blut aus dem Ramificationsbezirke der Arteriae bronchiales ableiten, begleiten zum Theile die Zweige derselben bis in den Hilus der Lunge, zum Theile aber ergiessen sie sich schon früher in die Aeste der Vena pulmonalis. In wie weit die Ramificationsgebiete der Arteria pulmonalis und der Arteriae bronchiales innerhalb der Lungen ihre Trennung bewahren, dürfte noch Gegenstand weiterer Untersuchungen sein; sicher ist soviel, dass das bronchiale Capillarsystem an den Endverzweigungen der Bronchien mit dem respiratorischen Capillarnetz der terminalen Lufträume allerwärts in continuirlichem Zusammenhang steht; ferner scheint es constant zu sein, dass einzelne kleinere Zweige der Arteria pulmonalis sich an der Versorgung der Bronchialwandungen mit betheiligen. Andere Verhältnisse, wie namentlich die Zusammensetzung der Venae bronchiales, dürften wohl nicht unerheblichen, individuellen Schwankungen unterliegen.

Die Lymphgefässe der Lungen werden als oberflächliche und tiefe beschrieben. Die ersteren bilden ein reich entwickeltes Netzwerk in den tieferen Schichten der Pleura und unmittelbar unter derselben. Es wird besonders dicht entsprechend den Grenzen der Lungenläppchen und steht allenthalben mit den tiefen Lymphgefässen in Zusammenhang. *Klein* beschreibt in dem Gewebe der Pleura visceralis selbst ausgebreitete, untereinander anastomosirende Lymphräume, welche durch Stomata mit der Pleurahöhle communiciren. Die tiefen Lymphgefässe sammeln sich zum Theil aus den Alveolen, in welchen sie nach *Wywodzoff* wandungslose Kanälchen darstellen sollen, theils aus den Geweben der Bronchien, und stellen in der bindegewebigen Scheide der letzteren ein weitmaschiges Strickwerk ziemlich weiter, klappenloser Gefässchen her, welche sich zu grösseren, bereits Klappen führenden Stämmchen vereinigen und mit den Bronchialästen in den Hilus der Lunge gelangen. Dort nehmen sie noch einen Theil der oberflächlichen Lymphgefässe in sich auf.

Die Nerven der Lungen sind ziemlich zahlreich und begleiten mit ihren Stämmchen die Verzweigungen der Bronchien. Sie bestehen zum Theil aus marklosen, zum Theil aus feineren, markhaltigen Fasern und sind ab und zu mit einzelnen oder gruppenweise vereinigten Ganglienzellen besetzt. Ihre letzten Endigungen sind nicht erforscht; jedoch kann es keinem Zweifel unterliegen, dass sie, zum

grösseren Theile wenigstens, zu der Muskulatur der Bronchien in Beziehungen treten.

Die Pleura zeigt im Allgemeinen ganz analoge Verhältnisse, wie das Peritoneum; hervorzuheben ist die bei weitem reichlichere Betheiligung von feinen, elastischen Fasernetzen an dem Aufbau des visceralen Antheiles. In Betreff der Communication des Pleuraraumes mit dem Lymphgefässsystem vergl. Seite 283.

Anhang.

Die Schilddrüse.

Sie ist ihrem feineren Bau zufolge als eine wahre Drüse ohne Ausführungsgang (siehe die Anmerkung auf Seite 326) zu betrachten und besteht aus einem zellenreichen, bindegewebigen Gerüste, in welchem eine grosse Anzahl kugeliger, vollkommen geschlossener Drüsenblasen eingelagert ist. Die letzteren besitzen im Embryo, und auch noch bei neugeborenen Kindern, eine Wandbekleidung, welche aus einer einfachen Lage cubischer, mit einem kugelrunden Kerne versehener Zellen hergestellt ist und auf einer hellen, homogenen, durch Behandlung mit Natronlauge besonders deutlich hervortretenden Grenzschichte aufsitzt. Die Grösse dieser Blasen ist eine ziemlich wechselnde (von 40—100 μ. im Durchmesser), ihr Innenraum mit einer homogenen, zähen, leicht gelblich gefärbten Flüssigkeit erfüllt. Schon während des Kindesalters verändert sich die Beschaffenheit der Drüsenblasen sehr erheblich; sie nehmen an Durchmesser bedeutend zu, ihre zellige Auskleidung erscheint häufig verwaschen oder völlig fehlend, ihr Inhalt wird durch eine consistente, homogene, gelbliche Masse (Colloid) gebildet.

Das bindegewebige Gerüste der Schilddrüse, welches sich stellenweise zu stärkeren Zügen sammelt und an der Oberfläche des Organes zu einer straffen Kapsel verdichtet ist, wird von einer ausserordentlich reichen *Blutgefässramification* durchzogen, deren capillare Netze die Drüsenblasen umspinnen. Die *Lymphgefässe* bilden ein dichtes Netzwerk ziemlich weiter Kanälchen in den tieferen Schichten

der Kapsel, während die ableitenden, klappenführenden Stämmchen an der Oberfläche des Organes sichtbar werden. Als die Anfänge der Lymphgefässe im Innern der Schilddrüse sind blinde, einfache Kanälchen, welche zwischen den Drüsenblasen gelegen sind, erkannt worden (*Frey*). Die Nerven der Schilddrüse sind noch nicht genauer erforscht.

VII. Kapitel.

Der uropoëtische Apparat.

Die Hauptbestandtheile desselben sind die *Nieren,* als die den Harn absondernden, drüsigen Organe. An sie schliessen sich die ausführenden Kanäle — die *Harnleiter* — an, ferner die *Harnblase* und die *Harnröhre.* Als räumlich den Nieren benachbarte Gebilde, deren Function noch unbekannt, aber mit dem Harnapparate nicht in Zusammenhang ist, mögen anhangsweise die *Nebennieren* angereiht werden.

1) Die Nieren.

Theilt man die Niere einer Katze oder eines Kaninchens durch einen von dem convexen Rande aus, in frontaler Richtung geführten Schnitt in zwei Hälften, so bemerkt man an der Schnittfläche, dass das Parenchym durch eine dem convexen Rande parallel laufende, ziemlich scharf ausgeprägte Grenzlinie in zwei Abtheilungen gebracht wird; die eine davon nimmt als breite Zone den peripheren Theil der Schnittfläche ein und wird daher als *Rindensubstanz* bezeichnet. Nach einwärts von jener Grenzlinie erscheint die *Marksubstanz* auf dem Durchschnitte in Gestalt eines krummlinigen Dreieckes, dessen abgerundete Spitze in das Nierenbecken hineinragt. Im Ganzen genommen stellt die Marksubstanz einen Kegel (*Markpyramide, Malpighi'sche Pyramide*) dar, an dessen ellipsoidisch gekrümmte Basis sich unmittelbar die Rindensubstanz anschliesst. Die stumpfe Spitze der Markpyramide wird als *Papilla renalis* bezeichnet. Die Niere des

Menschen (und vieler Thiere) besitzt bekanntlich für das freie Auge eine complicirtere Zusammensetzung; sie besteht aus einer grösseren Anzahl von Segmenten (gewöhnlich 6—12), deren jedes für sich der einfachen Niere des Kaninchens oder der Katze gleichzuachten ist und einen bestimmten Abschnitt von Rindensubstanz und Marksubstanz in sich fasst. Diese Segmente (*Reniculi*) sind derart aneinander gelagert, dass ihre Markantheile sämmtlich einem, im Inneren des Organes befindlichen, gegen den Hilus zu geöffneten Hohlraum (*Sinus renalis, Henle*) zugewendet sind. In den Sinus dringt das erweiterte, obere Ende des Harnleiters, das *Nierenbecken,* ein und heftet sich mit seinen Ausbuchtungen, den *Nierenkelchen,* an die Oberfläche der Markpyramiden an. Ausserdem erfolgt hier eine mehrfache Verästlung der Vena und Arteria renalis, deren Zweige sich dann erst in das Parenchym einsenken. Die einzelnen Reniculi sind beim erwachsenen Menschen im Bereiche der Rindensubstanz gewöhnlich völlig mit einander verschmolzen, in einzelnen Fällen jedoch, und ganz regelmässig bei Embryonen und Kindern aus den ersten Lebensjahren, werden ihre Grenzen durch seichtere und tiefere Furchen an der Oberfläche angedeutet. Auch die Markantheile benachbarter Reniculi können in verschiedener Ausdehnung zur Verschmelzung gelangen, so dass die im Sinus renalis sichtbaren Markpyramiden oft an Zahl bedeutend reducirt erscheinen, auch der Gestalt nach den verschiedensten Variationen unterliegen.

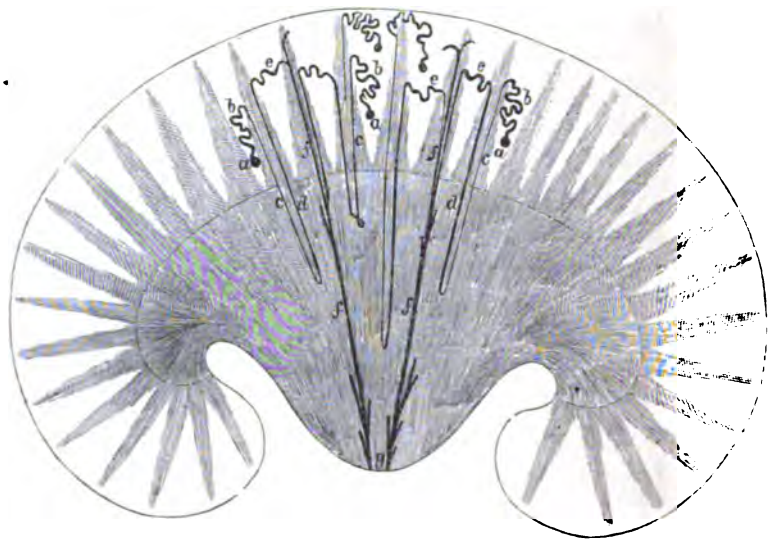
Mit Bezug auf die histologischen Verhältnisse der Nieren muss stets die Rinden- und Marksubstanz eines Reniculus im Zusammenhang in's Auge gefasst werden, oder man kann anstatt dessen die einfache Niere der Katze, des Kaninchens u. s. w. substituiren. Es ist dabei vor Allem Rücksicht zu nehmen auf die drüsigen Formationen, auf das Verhältniss dieser zu dem Blutgefässsystem und auf das bindegewebige Gerüste.

Die Niere ist eine zusammengesetzte, tubulöse Drüse; ihre primären Drüsenformationen stellen lange Röhrchen (die *Harnkanälchen*) dar, deren jedes in gewissen Abschnitten, sowohl nach Verlaufsrichtung, als auch nach Caliber und nach Beschaffenheit der Secretionszellen besondere, ganz charakteristische Eigenthümlichkeiten zeigt. Es werden daher an den Harnkanälchen mehrere Abtheilungen unterschieden und mit besonderen Namen belegt. Die beistehende Abbildung (Fig. 81), welche in schematischer Darstellung den Verlauf der Harnkanälchen, die Lagerung und den Zusammenhang

ihrer einzelnen Abschnitte anzeigt, dürfte dem Anfänger das Verständniss des Nachfolgenden erleichtern.

Ein jedes Harnkanälchen nimmt seinen Anfang in der Rindensubstanz aus einem kleinen, kugeligen Gebilde (a), welches als *Malpighi'sches Körperchen* bezeichnet wird und zieht von da in vielfachen, scharfen Krümmungen, immer im Bereiche der Rinde, gegen die Oberfläche der Niere zu. Dieser Theil des Kanälchens (b) heisst *Tubulus contortus* (*gewundenes Kanälchen*). Nach längerem Verlaufe

Fig. 81.



Schematische Darstellung des Verlaufes der Harnkanälchen auf einem Frontaldurchschnitt einer einpyramidigen Niere.

a Malpighi'sche Körperchen, b gewundene Kanälchen, c schmaler Schleifenschenkel, d breiter Schleifenschenkel, e Schaltstücke, f Sammelröhrchen, g Ductus papillares. (Auf Grundlage von Injectionspräparaten der Nieren eines sechs Wochen alten Kaninchens.)

wendet sich das Harnkanälchen centralwärts, streckt sich gerade und nimmt ziemlich rasch an Dicke ab; es formt nun eine langgezogene, steile Schlinge, welche mehr oder weniger tief in die Marksubstanz hinabreicht (*Henle'sche Schleife*). Die beiden Schenkel derselben verlaufen ziemlich geradlinig, unterscheiden sich aber von einander durch ihre Weite und durch die Beschaffenheit des Epithels. Wir wollen den einen, welcher näher dem *Malpighi'schen* Körperchen gelegen ist (c) als den *schmalen* (*absteigenden*), den anderen (d) als den *breiten* (*aufsteigenden*) *Schleifenschenkel* bezeichnen. Der letztere

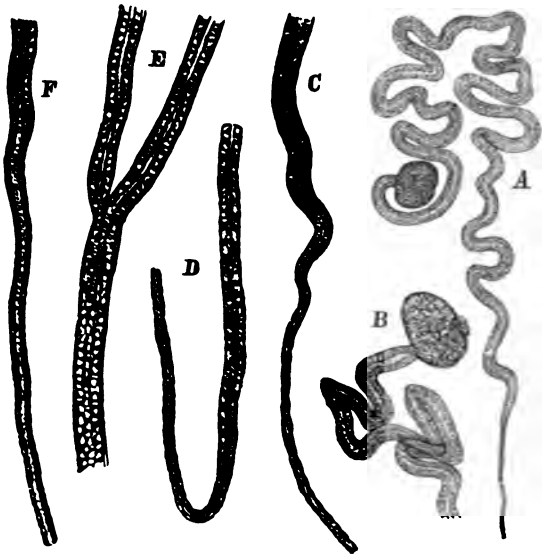
übergeht, in die Rindensubstanz zurückgekehrt, wieder in einen bogig gekrümmten Abschnitt, *das Schaltstück Schweigger-Seidel's* (e), aus welchem abermals ein gerades, gegen die Marksubstanz zugewendetes Röhrenstück hervorgeht. Bis hierher ist der Verlauf eines jeden Harnkanälchens ein völlig isolirter, nirgends kommen Anastomosen oder irgend ein Zusammenhang benachbarter Kanälchen vor. Erst die aus den Schaltstücken hervorgehenden, geraden Röhrenabschnitte vermitteln die Vereinigung mehrerer Kanälchen, indem zunächst zwei derselben unter spitzen Winkeln zusammenfliessen und das so entstandene Kanälchen während seines Zuges gegen die Marksubstanz von Strecke zu Strecke immer wieder ein solches in sich aufnimmt. Alle diese geraden Röhrenabschnitte werden *Sammelkanälchen* (f) genannt. In der Marksubstanz selbst halten alle Sammelkanälchen die Richtung gegen die Nierenpapille ein, und indem sie sich allmälig unter spitzen Winkeln vereinigen, nimmt ihr Caliber in demselben Maasse zu, als sich ihre Zahl nach und nach verringert. In der Nierenpapille haben sich die Sammelröhren bereits auf eine verhältnissmässig geringe Anzahl reducirt und heissen hier *Ductus papillares* (g). Ihre Mündungen an der Spitze der Papille — die sogen. *Poren — Foramina papillaria* — sind mit Hülfe einer schwachen Loupe leicht zu entdecken. Es sind deren an einer regelmässig geformten Papille der menschlichen Niere etwa 8—15, jedoch ist leicht einzusehen, dass ihre Anzahl, sowie ihr Standort, bei den variablen Formen der Papillen erheblich wechseln muss. Nicht minder ergeben sich darin bei verschiedenen Thieren mannigfache Abweichungen.

Es ist nun hervorzuheben, dass es keine leichte Aufgabe ist, den Zusammenhang der einzelnen Abschnitte eines Harnkanälchens, am Präparate zu verfolgen. Am besten gelangt man zu diesem Ziele durch Anwendung jener Methoden, welche die vollständige Isolirung der einzelnen Harnkanälchen ermöglichen. Als solche kann am meisten die Maceration kleiner Nieren oder einzelner Stücke derselben in mässig concentrirter Salzsäure (etwa gleiche Theile Wasser und Säure) empfohlen werden, welche man so lange fortsetzt, bis die Substanz der Niere von selbst zu zerfallen beginnt. Man vermag den Erfolg durch Anwendung höherer Temperaturen nach Bedürfniss zu beschleunigen. Nach Auswaschen mit Wasser können entlang der Verlaufsrichtung der geraden Kanälchen Theilchen der Substanz vorsichtig abgehoben, auseinandergelegt und in verdünntem Glycerin

untersucht werden. Man erhält dadurch die verschiedensten Bruchstücke isolirter Kanälchen, von denen viele den Uebergang eines Abschnittes in einen anderen ganz wohl erkennen lassen. Die beigegebene Abbildung (Fig. 82) gibt einige Beispiele davon.

Hat man in dieser Weise die einzelnen Abschnitte der Harnkanälchen kennen gelernt, so gehe man daran, ihre Lage und An-

Fig. 82.



Harnkanälchen aus der Niere eines jungen Kaninchens, durch 50procentige Salzsäure isolirt.

A Ein gewundenes Kanälchen, einerseits in das Malpighi'sche Körperchen, andererseits in den schmalen Schleifenschenkel übergehend.
B Stück eines gewundenen Kanälchens im Zusammenhang mit dem Malpighi'schen Körperchen; an dem letzteren sieht man die Eintrittsstelle der Blutgefässe.
C Endstück eines gewundenen Kanälchens, in den schmalen Schleifenschenkel übergehend.
D Unteres Stück einer Henle'schen Schleife.
E Sammelrohr grösserer Art aus der Marksubstanz.
F Ein Schaltstück, in den Anfangstheil eines Sammelröhrchens übergehend.
A mit Hartnack, Object. V. Ocul. 2, B—F mit Object. VIII. Ocul. 2.

ordnung in den verschiedenen Bezirken der Niere zu untersuchen. Behufs dessen stelle man sich Durchschnitte durch das erhärtete Organ, in der Verlaufsrichtung der geraden Kanälchen her, tingire dieselben mit Carmin oder Hämatoxylin und untersuche sie in Glycerin oder Damarlack. Man erhält dadurch genügende Aufschlüsse; nur die *Henle'schen* Schleifen sind in dieser Weise schwierig

zu übersehen. Die Injection der Drüsenlumina von dem Urether aus bietet hiezu ein vortreffliches Hülfsmittel. Sie gelingt an Nieren neugeborener Kinder, wenn man solche recht bald nach dem Tode haben kann, meistens in einzelnen Bezirken. Das allerbeste Object ist aber die frische Niere des neugeborenen Hundes, an welcher man mit Hülfe constanten Druckes von etwa 50 Mm. Quecksilber sehr leicht die Harnkanälchen bis in die *Malpighi'schen* Körperchen mit wässrigem Berlinerblau oder Carminleim erfüllen kann.

Die Untersuchung derartiger Durchschnitte (bei denen Alles darauf ankommt, dass die angegebene Schnittrichtung genau eingehalten worden ist) mit schwächeren oder mittelstarken Vergrösserungen ergibt Folgendes:

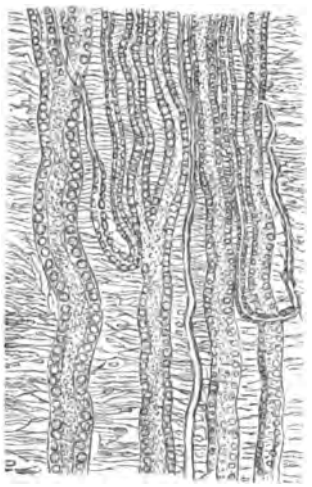
Die Marksubstanz enthält nur Kanälchenabschnitte von geradlinigem Verlauf, und zwar: Sammelkanälchen und die Schenkel der *Henle'schen* Schleifen. Die ersteren können als die Verzweigungen der Ductus papillares betrachtet werden, welche unter fortgesetzten, spitzwinkligen Theilungen um so zahlreicher werden, als man sich der Basis des Markkegels nähert. Jedoch ist diese Verästigung nicht auf alle Theile der Marksubstanz gleichmässig vertheilt; am reichlichsten erfolgt sie im Bereiche der Papille selbst und dann in dem der Basis zunächst gelegenen Theile der Markpyramide (dieser wird auch als *Grenzschichte* bezeichnet). Die Verlaufsrichtung der Sammelröhren in der Marksubstanz ist eine radiäre, d. h. sie ziehen von der Papille aus nach allen Punkten der Pyramidenbasis hin. — Im weiteren Verlaufe übergehen alle Sammelröhrchen in die Rindensubstanz und ordnen sich dort zu zahlreichen Bündeln, zwischen denen die Masse der gewundenen Kanälchen ringsum eingeschoben ist. Diese, fast den ganzen Durchmesser der Rinde bis nahe an die Oberfläche durchsetzenden Bündel sind unter dem Namen *Markstrahlen* (*Ludwig*) oder *Pyramidenfortsätze* (*Henle*), *Ferrein'sche Pyramiden* (*C. Krause*) bekannt. Sie verleihen der Rinde ein streifiges Aussehen und einen radiärfaserigen Bruch.

Den Sammelröhrchen schliessen sich, dem Verlaufe nach, die Schenkel der *Henle'schen* Schleifen an. Sie ziehen sich in der Marksubstanz, allerwärts zwischen den Sammelröhrchen vertheilt (Fig. 83), bis zu verschiedenen Tiefen herein, so dass man ihren Umbeugungsstellen ebenso in der Gegend der Papille, als wie in der Grenzschichte des Markes begegnet. In der Rinde legen sich die Schleifenschenkel an die Bündel der Sammelröhren an, so dass die Markstrahlen

beiderlei Kanälchen gemengt enthalten; und zwar liegen die Sammelröhren zumeist in der Mitte, die Schleifenschenkel an der Oberfläche des Bündels. Indem sowohl Sammelröhren, als auch Schleifenschenkel während ihres Zuges durch die Rinde von Strecke zu Strecke sich von den Markstrahlen ablösen, um in gewundene Kanalabschnitte (beziehungsweise Schaltstücke) überzugehen, werden die Markstrahlen allmälig dünner und verlieren sich endlich, nahe der Oberfläche der Niere, vollends.

Die gewundenen Kanälchen, sowie die Schaltstücke, sind ausschliesslich auf die Rindensubstanz beschränkt und nehmen daselbst den Raum ein, welcher zwischen den Markstrahlen übrig bleibt. Die oberflächlichste Schichte der Rindensubstanz (*Cortex corticis Hyrtl*) wird nur aus gewundenen Kanälchen zusammengesetzt.

Fig. 83.



Aus einem Längsschnitte durch die Markpyramide der Niere eines neugeborenen Hundes (Harnkanälchen injicirt).

Man sieht Sammelröhren und Henle'sche Schleifen von reichlichem, bindegewebigem Stroma umgeben. (Hartnack, Object. VIII. Ocul. 2.)

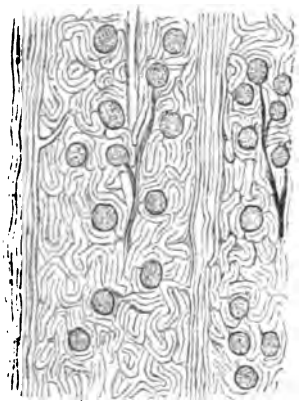
Einen wichtigen Bestandtheil der Rinde bilden endlich die *Malpighi'schen Körperchen*. Sie sind zwischen den gewundenen Kanälchen einzeln und in verschieden grossen Zwischenräumen eingestreut, jedoch in solcher Zahl vorhanden, dass man an dem Durchschnitte mehrere derselben in jedem Interstitium zwischen zwei Markstrahlen (Fig. 81) vorfindet. Das Bereich des Cortex corticis bleibt jedoch von ihnen vollständig frei. Es ist sonach die Rindensubstanz durch das Vorkommen der gewundenen Kanalabschnitte und der *Malpighi'schen* Körperchen vor der Marksubstanz ausgezeichnet.

Indem die Markstrahlen in regelmässigen Intervallen zwischen diese Formationen der Rindensubstanz hineindringen, und die letzteren gleichsam um die ersteren herum gruppirt erscheinen, hat man Veranlassung genommen, an der Rindensubstanz eine grosse Anzahl von *Läppchen* (*Lobuli*) zu unterscheiden. Ein jedes von diesen umfasst einen Markstrahl als Achse und eine Parthie gewundener Kanälchen und *Malpighi'scher* Körperchen, welche rings um ihn herumgelagert sind. Eine scharfe Grenze zwischen diesen Läppchen existirt aber keines-

wegs, indem die gewundenen Kanälchen zwischen je zwei Markstrahlen eine continuirliche Masse bilden. Jedoch lassen sich an Schnitten, welche tangential zur Oberfläche geführt worden sind, also die Markstrahlen, beziehungsweise die Rindenläppchen quer getroffen haben, die letzteren einigermassen dadurch umgrenzen, dass zwischen ihnen die Querschnitte grösserer Arterien- und Venenzweigchen (Artt. und Vv. interlobulares), gleichsam als Marksteine, eingelagert sind (vergl. Fig. 85).

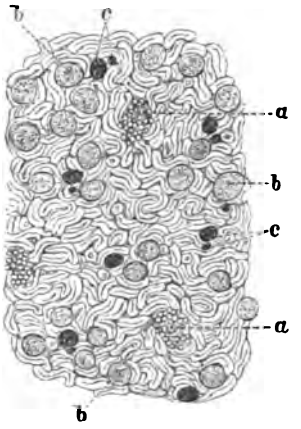
Hat man sich über die allgemeine Anordnung der Drüsen-

Fig. 84.



Aus einem Längsschnitt durch die Rinde einer Affenniere. Man sieht zwei Markstrahlen und daswischen die Substanz der gewundenen Kanälchen mit Malpighi'schen Körperchen. Mitten durch zieht ein Arterien- und ein Venenstämmchen. (Hartnack, Object. II. Ocul. 2.)

Fig. 85.



Aus einem Tangentialschnitt durch die Rinde einer Affenniere.
a Querdurchschnitte von Markstrahlen.
b Malpighi'sche Körperchen.
c Querdurchschnitte der Artt. und Vv. interlobulares; sie bilden die Grenzmarken der Rindenläppchen. (Hartn., Object. II. Ocul. 2.)

formationen hinreichend orientirt, so ist es an der Zeit, sich dem Studium der charakteristischen Eigenschaften der einzelnen Abschnitte derselben zuzuwenden. Man benütze hiezu vorwiegend Zupfpräparate aus möglichst frischem Materiale, aber auch Durchschnitte gehärteter Objecte in verschiedenen Richtungen.

Die Sammelröhrchen sind im Allgemeinen ausgezeichnet durch geraden oder nur leicht geschlängelten Verlauf, durch wiederholte spitzwinklige Theilungen, ferner durch verhältnissmässig weite Lichtung und durch die helle, fast homogene Beschaffenheit der sie

auskleidenden Zellen. Die Breite dieser Kanälchen nimmt von der Markpapille bis in die Markstrahlen der Rinde hinein ganz allmälig, jedoch sehr bedeutend (um das 4—5fache) ab, so dass bei einem Querdurchmesser der Ductus papillares von 200—300 μ die dünnsten Sammelröhren in den Markstrahlen nur mehr 45 μ in der Breite messen*). Die innere Auskleidung wird in den Ductus papillares durch verhältnissmässig langgestreckte, cylindrische, durchsichtige Zellen gebildet. Mit der fortschreitenden Verkleinerung der Sammelröhren werden die Zellen erheblich niedriger, in der Grenzschichte der Marksubstanz cubisch und in dem Bereiche der Rindensubstanz selbst mehr abgeplattet; immer jedoch behalten sie ihr homogenes Aussehen bei. Die Membrana propria der Sammelkanälchen ist ein strukturloses Häutchen, welches in der Nierenpapille mit dem umliegenden Bindegewebsgerüste verschmolzen ist, sonst aber allenthalben für sich dargestellt werden kann.

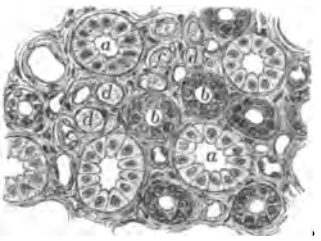
Die *Schaltstücke* können wegen ihres gebogenen Verlaufes leicht mit den eigentlichen gewundenen Kanälchen verwechselt werden, doch unterscheiden sie sich von ihnen in mehreren wesentlichen Punkten; zunächst sind sie bedeutend kürzer als die letzteren und beschreiben gewöhnlich nur eine stärkere und eine oder zwei, sich beiderseits an diese anschliessende, flachere Krümmungen. Ihr Breitendurchmesser beträgt im Mittel 40 μ, ihre Lichtung ist verhältnissmässig weit, ihre Zellenauskleidung der der feinsten Sammelröhrchen ähnlich. Als besondere Eigenthümlichkeit kommen ihnen ganz umschriebene, gleichmässige Erweiterungen oder kleine, seitlich aufsitzende, blindsackartige Ausbuchtungen zu.

Die beiden Schenkel der Henle'schen Schleifen sind gerade oder leicht geschlängelte, unverzweigte Röhrchen, und unterscheiden sich in ihren histologischen Charakteren sowohl unter sich, als von allen anderen Abschnitten der Harnkanälchen in sehr auffallender Weise. Der breite (aufsteigende) Schenkel besitzt einen mittleren Durchmesser von 20—26 μ, wobei zu bemerken ist, dass er im Bereiche der Rindensubstanz durchgehends schmäler erscheint, als in seinem in der Marksubstanz gelegenen Theile. Sein Lumen ist verhältnissmässig eng, doch stets deutlich erkennbar, die Secretionszellen breit, kegelförmig oder polyedrisch, durch zahlreich eingelagerte,

*) Diese und die folgenden Zahlenangaben sind von *Schweigger-Seidel* als Mittelmaasse für die Kanälchen der menschlichen Niere erhoben worden.

feine Körnchen getrübt, die Membrana propria dünn und zart. Der schmale (absteigende) Schenkel ist im Mittel 14 μ breit, seine Lichtung verhältnissmässig sehr weit, seine Auskleidung aus platten, polygonalen oder spindelförmigen, durchsichtigen Zellen gebildet, deren kugeliger oder etwas oblonger Kern gewöhnlich eine Vorbauchung gegen das Lumen hin erzeugt. Die Membrana propria ist verhältnissmässig dick, doppelt contourirt, besonders nach Behandlung des frischen Gewebes mit Natronlauge viel stärker hervortretend, als an allen übrigen Abschnitten der Harnkanälchen. Im Ganzen sind die dünnen Schleifenschenkel nicht unähnlich den Blutgefässcapillaren und an Durchschnitten gehärteter Objekte von solchen nicht immer leicht zu unterscheiden. Am besten übersieht man die geweblichen Eigenschaften der beiden Schleifenschenkel an Schnitten, welche quer durch die Markpyramide angefertigt worden sind. (*Fig. 86.*)

Fig. 86.



Aus einem Querschnitt durch die Markpyramide eines neugeborenen Hundes (Harnkanälchen injicirt). a Sammelröhrchen, b breite, c schmale Schleifenschenkel, d Blutgefässquerschnitte. (Hartn. Object. IX. Ocul. 2.)

Der Uebergang dieser Eigenthümlichkeiten des Baues der Schleifenschenkel erfolgt ziemlich plötzlich, fällt aber keineswegs genau mit der Umbeugungsstelle der Schleife zusammen. Vielmehr kann man ihn bald in den absteigenden (beim Menschen der gewöhnliche Fall), bald in den aufsteigenden Schenkel verlegt sehen, so dass beim Menschen der absteigende Schenkel häufig nur in seinem obersten Theile eng ist und helles plattes Epithel besitzt, während er in seinem unteren Theile die Charaktere des breiteren Schenkels zeigt. Man sieht also, dass sich die Termini »schmal« und »absteigend« und umgekehrt, mit Bezug auf die Schleifenschenkel nicht genau decken.

Die *gewundenen Kanälchen* besitzen einen Querdurchmesser von 45 μ, eine sehr enge Lichtung und sehr trübe, polyedrische, undurchsichtige Secretionszellen, deren Grenzcontouren man nur an verhältnissmässig frischen Objecten deutlich wahrnehmen kann. Häufig, und besonders an älteren, gehärteten Präparaten, erscheint das ganze Kanälchen wie von einer diffusen, feinkörnigen Masse gleichförmig erfüllt, welche auch die Lichtung nicht mehr deutlich erkennen lässt. Nur die fortlaufend eingestreuten, kugeligen Zellkerne treten in derselben hervor. Man hatte bis vor kurzer Zeit ganz

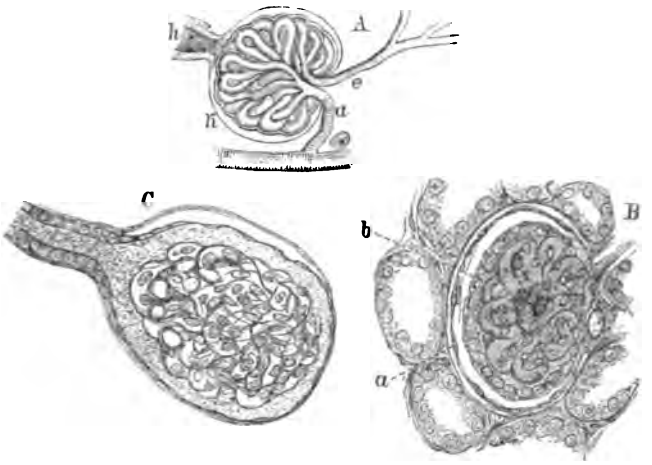
allgemein angenommen, dass die trübe Beschaffenheit dieser Secretionszellen von der Einlagerung zahlreicher, stärker lichtbrechender Körnchen herrühre. Nun hat aber *R. Heidenhain* nachgewiesen, dass hier ein ähnliches Structurverhältniss vorliegt, wie es bereits für die Zellen gewisser Speicheldrüsengänge (Seite 394) beschrieben worden ist. Es sind nemlich die Secretionszellen der gewundenen Harnkanälchen von stäbchenförmigen Gebilden durchsetzt, welche in der Richtung von der äusseren Oberfläche gegen das Lumen gestellt sind, jedoch so, dass in der Nähe des letzteren eine schmale Zone des Zellkörpers und dann der Raum für den Kern von ihnen frei bleibt. Zu ihrer Beobachtung eignen sich vorzüglich Schnitte durch das ganz frische Object, oder auch die vorhergehende Behandlung desselben mit neutralem chromsaurem Ammoniak (5%). Durch 30 bis 35% Natronlauge können sie isolirt dargestellt werden. Wenn sich, vermöge der Lagerung der Secretionszellen im Präparate, diese Stäbchen im optischen Querschnitte präsentiren, so erscheinen sie natürlich als kleine, in dem Protoplasma zerstreute Pünktchen, und daher rührt das scheinbar granulirte Aussehen dieser Zellen. *R. Heidenhain* hat dasselbe Structurverhältniss auch in den Secretionszellen der breiten Schleifenschenkel nachgewiesen. — Die Membrana propria der gewundenen Kanalstücke ist verhältnissmässig sehr zart.

Die Malpighi'schen Körperchen sind kugelige Gebilde von 200 bis 300 μ Durchmesser, aus denen die gewundenen Harnkanälchen mit einer halsartigen Einschnürung ihren Ursprung nehmen. Ihre Wandung wird durch ein äusserst zartes, durchsichtiges Häutchen (die *Bowman'sche* Kapsel) hergestellt; im Inneren enthalten sie eine eigenthümliche Blutgefässformation: den *Glomerulus Malpighianus*. Es tritt nemlich in ein jedes *Malpighi'sche* Körperchen ein kleines, arterielles Gefässchen (Vas afferens) ein, welches sich im Inneren rasch in eine Anzahl von Zweigchen zerspaltet. Aus jedem der letzteren gehen einige Gefässschlingen hervor, welche sich durcheinander schieben und wieder zu einem Stämmchen mit arteriellem Charakter (Vas efferens) zusammenfliessen; dieses verlässt neben dem Vas afferens das *Malpighi'sche* Körperchen. Man hat es also hier mit einer Gefässformation zu thun, welche in kleinem Maassstabe einem bipolaren, arteriellen Wundernetz entspricht (vergl. Seite 260). Die Fig. 87 A gibt eine schematische Darstellung davon.

Um sich nun von den Beziehungen des Glomerulus zu den Drüsenformationen ein Bild zu machen, stelle man sich vor, der

geschlossene Anfangstheil eines gewundenen Kanälchens sei zu einer kugeligen Blase aufgetrieben und diese werde von der dem Kanälchen gegenüberliegenden Seite her durch den Glomerulus derart eingestülpt, dass der letztere von den Wandungen der Blase völlig umfasst wird. Es erhält so der Glomerulus eine doppelte, häutige Kapsel, eine innere (der eingestülpte Theil der Blase), welche ihm allseits unmittelbar anliegt und eine äussere — die eigentliche *Bowman'sche*

Fig. 87.



A Schema eines Malpighi'schen Körperchens auf Grundlage eines Präparates aus der Niere eines einjährigen Kindes. a Vas afferens, e Vas efferens, k Bowman'sche Kapsel, in die Wandung des gewundenen Kanälchens übergehend.

B. Malpighi'sche Körperchen aus einem Durchschnitte durch die Rinde der Niere eines neugeborenen Kindes. a Kerne der Zellenlage der Bowman'schen Kapsel, b Zellenlage auf dem Gefässknäuel. (Hartnack, Syst. IX. Ocul. 2.)

C Aus einem Durchschnitt durch die Niere von Proteus anguineus. Uebergang eines Harnkanälchens in die Bowman'sche Kapsel; die letztere von einer dünnen Lage von Bindegewebsstroma umgeben. (Hartnack, Syst. VII. Ocul. 2.)

Kapsel — welche mit der ersteren einen spaltartigen Raum in der ganzen Circumferenz des Glomerulus herstellt. Da die *Bowman'sche* Kapsel unmittelbar in die Wand des gewundenen Röhrchens übergeht, so steht auch der unter ihr liegende Raum mit der Lichtung des Harnkanälchens in directer Communication. An der Stelle, wo die äussere Kapsel in die innere umbiegt, bleibt eine Oeffnung für den Durchtritt des Vas afferens und efferens. Diese

liegt somit stets der Mündung des gewundenen Kanälchens gegenüber*).

Bezüglich der histologischen Beschaffenheit der beiden Kapseln ist folgendes zu erwähnen: Beide bestehen aus einer völlig structurlosen Membran (der Fortsetzung der Membrana propria der Harnkanälchen), welche an der dem vorerwähnten Raum zugewendeten Seite mit einer Lage von platten Zellen überkleidet ist. Der Nachweis dieses Zellenbelages ist an erwachsenen Individuen, besonders für die innere Kapsel, mit grossen Schwierigkeiten verbunden, wenngleich es durch vorsichtige Behandlung mit Silbernitrat in einzelnen Fällen gelingt, die Zellengrenzen sichtbar zu machen. Sehr leicht ist es aber, an Embryonen und ganz jungen Geschöpfen denselben zur Ansicht zu bekommen. Es zeigt sich jedoch bei diesen eine erhebliche Differenz zwischen dem Zellenbelag der inneren und der äusseren Kapsel. Kurz nachdem das *Malpighi'sche* Körperchen entstanden ist, findet man die innere Kapsel mit einer Lage von cylindrischen Zellen besetzt; sehr bald aber, während das Körperchen noch an Grösse zunimmt, werden diese Zellen kürzer, würfelförmig (vergl. Fig. 87 B), und immer flacher, bis sie endlich als ganz dünne Schüppchen ihre bleibende Gestalt erhalten haben. Die Zellenlage der eigentlichen *Bowman'schen* Kapsel ist schon an ganz jungen Körperchen aus platten, polygonalen, mit einem flach ellipsoidischen Kern versehenen Elementen gebildet, deren Charakter sich im Laufe des Wachsthums nicht weiter verändert. Der Uebergang von diesen zu den polyedrischen Zellen des gewundenen Kanälchens erfolgt ganz plötzlich an der Einmündungsstelle des letzteren (Fig. 87 C).

Nebst den bisher beschriebenen, drüsigen Formationen betheiligt sich auch noch das *Bindegewebe* an dem Aufbau der Nieren. Dasselbe tritt an der Oberfläche in Gestalt einer dünnen, fibrösen Membran (*Tunica albuginea*) auf, welche in den äusseren Schichten aus ziemlich derben, vielfach überkreuzten Bündeln besteht, nach innen zu aber in lockeres, zellenreiches Gewebe übergeht, von dem aus sich zarte Dissepimente zwischen die Läppchen der Nierenrinde ein-

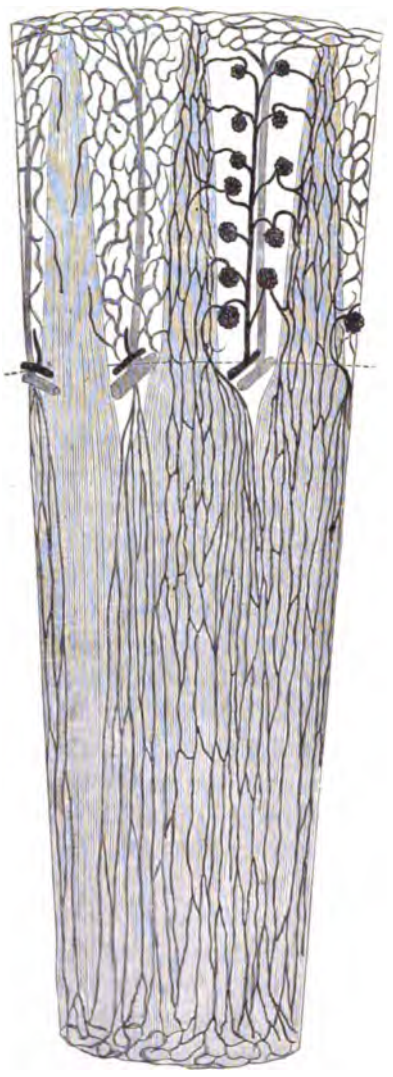
*) Um Missverständnissen vorzubeugen, muss ausdrücklich bemerkt werden, dass die gegebene Darstellung keineswegs dem wahren Bildungs-Modus der *Malpighi'schen* Körperchen entspricht; sie ist gewählt worden, um die Zusammensetzung der bereits fertigen Gebilde dem Verständniss leichter zugänglich zu machen.

senken. Diese innere Schichte wird wohl auch als eine selbständige Lage, unter der Bezeichnung *Tunica intima* seu *tertia,* beschrieben. In ihr sind netzartig angeordnete, glatte Muskelfasern nachgewiesen worden (*Eberth, W. Krause*). Die sogen. *Tunica adiposa,* welche gewöhnlich als äusserste Umhüllung der Niere angeführt wird, kann nicht mehr als zu dieser gehörig betrachtet werden; denn, wenngleich sie durch vielfachen Faseraustausch mit der Tunica albuginea zusammenhängt, so ist sie doch nichts anderes, als Bindegewebe des Retroperitonealraumes, welches reich mit Fettgewebe durchwachsen ist.

Im Inneren des Organes begegnet man bindegewebigen Formationen, welche eine Art von Gerüste um die Harnkanälchen herstellen (*Stroma* der Niere oder *interstitielles Bindegewebe*), überdiess auch die Träger für die Blutgefässramificationen abgeben. Dasselbe steht in seinem Charakter dem reticulären Bindegewebe nahe, da es aus spindelförmigen, in zwei oder mehrere, verzweigte, feine Fortsätze auslaufenden Zellen besteht, welche netzartig untereinander zusammenhängen. Zur Untersuchung desselben eignen sich vorzüglich Nieren von neugeborenen Thieren oder Embryonen. An diesen ist es insbesondere in den peripheren Theilen der Rinde und an den Papillen, zwischen den Ductus papillares, in grösserer Masse vorhanden; aber auch in dem übrigen Theile der Marksubstanz tritt es auffällig hervor und zwar um so mehr, weil hier die spindelförmigen Zellen mit ihrem längsten Durchmesser quer zu der Verlaufsrichtung der geraden Kanälchen gestellt sind (vergl. Fig. 83). An diesen Objecten kann man auch zwischen den Gefässröhrchen der *Malpighi'schen* Glomeruli einzelne, spindel- oder sternförmige Bindesubstanzzellen mit Sicherheit nachweisen, was an ausgewachsenen Nieren nicht mehr möglich ist.

Blutgefässe der Nieren. Die Arteria renalis zerfällt, sowie die Vena, bereits in dem Sinus der Niere durch fortlaufende dichotomische Ramification in viele kleinere Aeste, welche mit der äusseren Oberfläche des Nierenbeckens und der Nierenkelche durch lockeres Bindegewebe zusammenhängen. Kleine Zweigchen gehen von hier aus an die fibröse Kapsel und an das Fettgewebe, welches im Sinus renalis und in der nächsten Umgebung des Hilus angesammelt ist. Die Hauptäste der Arterien aber, sowie der Venen, gehören dem Parenchym an. Die Stellen, wo sie in dasselbe eindringen, sind sämmtlich rings um die Basalflächen der Markkegel gruppirt, so dass die ersten Gefässramificationen im Parenchym selbst an der Grenze

Fig. 88.



Schematische Darstellung der Blutgefässvertheilung in der Niere; nach Präparaten aus den Nieren einer Katze entworfen, deren Arterien mit Carminleim, und deren Venen mit Berlinerblau injicirt worden waren. Diejenigen Theile des Gefässsystemes, welche rothe Injectionsmasse führten, sind in der Abbildung dunkel gehalten, die blau injicirten heller. Die nähere Erklärung ergibt sich aus dem Texte.

zwischen Mark- und Rindensubstanz erfolgen. Daselbst verlaufen die grösseren Aeste, stets eine Arterie von einer Vene begleitet, in bogigen Linien, welche, der Krümmung der Markbasis entsprechend, ihre Convexität der Rinde zuwenden, nach verschiedenen Richtungen aus, wobei die Venen, nicht aber die Arterien, unter einander anastomosiren. Aus der convexen Seite der *arteriellen* Gefässbogen entspringen in kurzen Zwischenräumen kleine Seitenästchen, welche entweder sofort, oder nachdem sie sich das eine oder das andere Mal getheilt haben, zwischen die Rindenläppchen eindringen und in ziemlich gerader Richtung gegen die Oberfläche der Niere zulaufen (Fig. 88). Diese Aestchen, unter dem Namen *Arteriae interlobulares* bekannt, senden nun zahlreiche, kleinere Zweigchen ab, welche nach kurzem Verlaufe als *Vasa afferentia* in die *Malpighi'schen* Körperchen eintreten.

Nachdem sie den bereits früher beschriebenen Gefässknäuel gebildet haben, kommen sie als Vasa efferentia wieder hervor und streben nun dem nächstliegenden Markstrahle zu, um sich in diesem sofort in ein Capillarnetz aufzulösen.

Die Vasa efferentia der nahe der Marksubstanz gelegenen *Malpighi'schen* Körperchen übergehen längs den geraden Kanälchen in die Grenzschichte des Markes, wo

sie büschelförmig in Capillaren zerfallen. Es sind dies die sogen. *Arteriolae rectae.* Es besteht nun seit langer Zeit eine Controverse darüber, ob die Marksubstanz ihr Blut ausschliesslich aus den Vasa efferentia der tiefst gelegenen *Malpighi'schen* Körperchen beziehe (*Bowman*), oder ob ausserdem noch kleine, aus den bogenförmigen Hauptstämmen oder aus den Anfangstheilen der Arteriae interlobulares entspringende Arterienzweigchen sich in directer Weise an der Versorgung des Markes mit Blut betheiligen (*Arnold, Virchow*). Dass das letztere in der That vorkommt, habe ich an unvollkommen injicirten Nieren (solche eignen sich zu dieser Beobachtung am besten) von Hunden und Katzen wiederholt gesehen, und kann diese Thatsache nicht mehr bezweifelt werden, da auch *Schweigger-Seidel, Ludwig, Frey* u. A. ähnliche Beobachtungen gemacht haben. Doch scheinen solche directe Aestchen, welche sich im Uebrigen wie die Arteriolae rectae verhalten, keineswegs zahlreich zu sein. Eine dritte Ansicht über die Provenienz der Vasa recta stammt von *Huschke* her und ist von *Hyrtl, Kollmann* und neuerdings wieder von *Henle* vertreten worden. Nach ihr entstehen die Vasa recta aus dem Zusammenfluss eines Theiles jener Capillargefässchen, welche die Markstrahlen einnehmen; sie würden somit nicht den Charakter von Arterien besitzen, sondern müssten, als zwischen zwei Capillarsystemen eingeschaltete Gefässe, am ehesten mit Pfortaderstämmchen in eine Reihe gestellt werden. Ich konnte mich von einem derartigen Vorkommen niemals sicher überzeugen.

Das *Capillarnetz* der Niere ist, soweit es in der Marksubstanz und in den Markstrahlen der Rinde sich ausbreitet, ein vollkommen einheitliches und durch verhältnissmässig enge Capillarröhrchen, sowie durch langgestreckte Maschenräume ausgezeichnet. Während es aber im Bereiche der Marksubstanz unvermittelt in die Wurzeln der Venen übergeht, setzt sich im Gebiete der Rindensubstanz das Capillarnetz der Markstrahlen zunächst zwischen die gewundenen Harnkanälchen hinein fort, wo es in soferne seinen Charakter ändert, als die Capillarröhrchen weiter und kürzer werden, die Maschenräume zwischen ihnen kleiner und mehr rundlich sich gestalten. Da nun die Venen der Rinde sämmtlich in den letzteren Capillaren wurzeln, so pflegt man diese wohl auch als *venöse Capillaren* denen der Markstrahlen (*arterielle Capillaren*) gegenüber zu stellen.

Die Anfänge der *Venen* sind demzufolge an zwei verschiedenen Stellen zu suchen: einmal in der Marksubstanz, und zwar in der

Region der Papille, wo sich aus den langgestreckten Capillaren um die Ductus papillares herum ein weitmaschiges, venöses Netz entwickelt, dessen Abzugsröhrchen längs den geraden Harnkanälchen gegen die Basis der Markpyramide hinziehen und sich in der Grenzschichte büschelförmig zu grösseren Venenstämmchen sammeln. Andererseits gehen an der Oberfläche der Rinde aus den Capillaren des Cortex corticis kleine Venenwürzelchen hervor, die sich von allen Seiten her in den Interstitien der Rindenläppchen zusammenfinden und den *Venae interlobulares* den Ursprung geben. Die Stellen, wo dieser Zusammenfluss erfolgt, sind an blutreichen, frischen Nieren von der Oberfläche her erkennbar und auf sie bezieht sich der alte Terminus: *Stellulae Verheyenii,* da die Venenwurzeln radienartig gegen die Venenstämmchen gerichtet erscheinen. Die Venae interlobulares begeben sich nun an der Seite der gleichnamigen Arterien zwischen den Rindenläppchen nach der Tiefe, nehmen noch während dessen einzelne, aus den venösen Capillaren hervorgegangene Venenwurzeln auf und senken sich an der Grenze zwischen Mark und Rinde in die früher beschriebenen, grösseren, bogenförmigen Venenstämme ein. Die letzteren nehmen ausserdem die Venulae rectae der Marksubstanz auf.

Es verdient schliesslich noch die, von *Ludwig* zuerst bemerkte Thatsache hervorgehoben zu werden, dass die feinen Gefässausbreitungen der Nierenkapsel sowohl mit den Gefässen des Parenchymes, als auch mit denen des umliegenden Fettgewebes in vielfachem Zusammenhang stehen. Es wird dadurch die Entwicklung eines theilweisen Collateralkreislaufes in der Niere bei etwaigem Verschluss der Arteria renalis möglich gemacht.

Ueber *die Lymphgefässe* der Niere besitzen wir nur sehr lückenhafte Kenntnisse. Sicher ist soviel, dass in der fibrösen Kapsel sich ein weitmaschiges Lymphgefässnetz ausbreitet, welches zum Theile seinen Zufluss aus dem Parenchym erhält. Sicher ist ferner, dass im Sinus renalis mehrere klappenführende Lymphgefässstämme sich finden, welche aus dem Inneren der Niere hervorkommen. Betreffend das Verhalten der Lymphbahnen in dem Nierenparenchym selbst, besitzen wir nur spärliche genauere Angaben. Nach *Ludwig* und *Zawarykin*, welche sie beim Hunde untersucht haben, soll sich die Lymphe in wandungslosen Räumen zwischen den Harnkanälchen und Blutgefässen bewegen, und zwar wird angeführt, dass solche Räume zwischen den gewundenen Kanälchen sehr zahlreich, in den

Markstrahlen und in den Markpyramiden nur sehr spärlich vorkommen. *Ryndowsky* hingegen fand bei Pferd und Hund zahlreiche, wahre Lymphgefässe mit endothelialer Wandung, welche die Harnkanälchen mit rhombischen Maschen umstricken und selbst mit den Vasa afferentia in die *Malpighi'schen* Körperchen eindringen sollen. Die *Ludwig'schen* Lymphräume erkennt er nicht als solche an.

Die *Nerven* der Niere sind ebenfalls noch wenig erforscht. Den dünnen Nervenstämmchen, welche im Sinus renalis die Blutgefässe umspinnen, sind nach *Krause* einzelne Gruppen von Ganglienzellen beigegeben. Die Nerven selbst halten sich im Bereiche der grösseren Arterienstämmchen und an die Ramification derselben. W. *Krause* konnte marklose Fasern bis gegen die Spitze der Papille hin verfolgen. Die Endigung derselben ist unbekannt.

2) Die ableitenden Harnwege.

Der *Ureter*, sowie seine obere Erweiterung, *das Nierenbecken*, lässt an Durchschnitten seiner Wandung eine dreifache Schichtung erkennen: nach Innen zu die Schleimhaut, darauf folgend die Muskelschichte und endlich eine äussere bindegewebige Faserhaut.

Die *Schleimhaut* ist im Bereiche des Ureter in mehrere Längsfalten gelegt, und besitzt eine aus zellenreichem, feinfaserigem Bindegewebe gebildete Tunica propria, deren Uebergang in die lockere Submucosa ganz allmälig, ohne scharfe Grenze erfolgt. Das Epithelium stellt jene Abart des geschichteten Pflasterepithels vor, welche von *Henle* mit dem Namen des *Uebergangs-Epitheliums* bezeichnet worden ist. Man kann an demselben im Allgemeinen drei verschiedene Zellenlagen unterscheiden: eine tiefe, aus rundlichen oder ellipsoidischen, verhältnissmässig kleinen Zellen bestehende, dann eine mittlere, durch kegel- oder kolbenförmigen Zellen ausgezeichnete Lage, und endlich an der freien Oberfläche eine oder mehrere Schichten von linsenförmigen oder ganz abgeplatteten Zellen. Alle sind mehr weniger deutlich granulirt, die der mittleren und oberflächlichen Lage mit verschiedenartigen, längeren oder kürzeren Fortsätzen versehen, welche sie in die Zwischenräume der benachbarten Zellen hineinsenden. Nicht selten enthalten sie doppelte Kerne. Drüsige Einlagerungen enthält die Schleimhaut beim Menschen nur sehr spärlich im Bereiche des Nierenbeckens und zwar in Gestalt vereinzelter, kleiner, trauben-

förmiger Drüschen. Bei einzelnen Thieren (Pferd) sind dort solche in grosser Zahl gefunden worden. Der Ureter ist ganz frei von Drüsen.

Die Anordnung der *Muskulatur,* bezüglich deren mehrere divergirende Angaben vorliegen, habe ich am menschlichen Ureter constant derart gefunden, dass der Hauptsache nach zwei Schichten, eine innere mit längslaufenden und eine äussere mit circulären Fasern unterschieden werden können. (Fig. 89.) Die Mächtigkeit der beiden Schichten ist nicht überall gleich, doch wiegt im Allgemeinen die Längsschichte vor; beide sind übrigens dadurch ausgezeichnet, dass die Muskelbündel, welche sich mitunter netzartig verflechten, von ziemlich reichlichem Bindegewebe umgeben sind; das letztere

Fig. 89.

Querdurchschnitt durch den Ureter des Menschen (in dem unteren Drittheil.) (Hartnack, Object. II. Ocul. 2.)

steht sowohl mit der Submucosa, als mit der äusseren Faserhaut in continuirlichem Zusammenhang. Nebst diesen beiden Muskelschichten findet man in dem unteren Dritttheile des Ureter jedesmal, nach aussen von der Ringfaserschichte, längslaufende Bündel glatter Muskelfasern, welche jedoch ziemlich zerstreut liegen und niemals eine geschlossene Schichte bilden. In der oberen Hälfte des Ureter fehlen sie fast gänzlich.

Die *äussere Faserhaut* ist aus ziemlich lockerem Bindegewebe geformt und trägt die gröberen Ramificationen der Blutgefässe und Nerven.

Einer besonderen Erwähnung bedarf noch die Art und Weise, wie sich das Nierenbecken, beziehungsweise die Kelche, in dem Sinus

renalis an die Markpyramiden anfügen. Indem die letzteren zum Theile frei in den Hohlraum der Nierenkelche hineinragen, fällt die Ansatzstelle nahe an die Circumferenz der Pyramidenbasis. Von dieser aus schlägt sich die Schleimhaut als eine dünne Ueberkleidung auf die freie Oberfläche der Pyramide herüber, während die Muskelschichte an der genannten Stelle ihr Ende findet und zwar so, dass zunächst die längslaufenden Fasern verschwinden, während die circulären Fasern sich noch erhalten, und um die Basis der Pyramide herum eine Art von Ringmuskel (*Henle*) bilden, dessen Entwicklung übrigens vielen individuellen Schwankungen unterliegt. Die äussere Faserhaut der Nierenkelche übergeht in jenes Bindegewebe, welches den Sinus renalis ausserhalb der Kelche bekleidet.

In Betreff der *Blut-* und *Lymphgefässe* ist zu bemerken, dass die Schleimhaut des Ureter und des Nierenbeckens ziemlich reich an ihnen ist und dass in der Tunica propria beiderlei Gefässe ein capillares Netzwerk mit rundlichen Maschen darstellen; die letzteren sind an den Netzen der Lymphgefässe beträchtlich weiter, als an denen der Blutcapillaren.

Die *Nerven* finden vorwiegend ihre Ausbreitung in der Muskelschichte, jedoch konnte *Engelmann* auch vereinzelte Fasern in der Schleimhaut bis gegen das Epithel hin verfolgen.

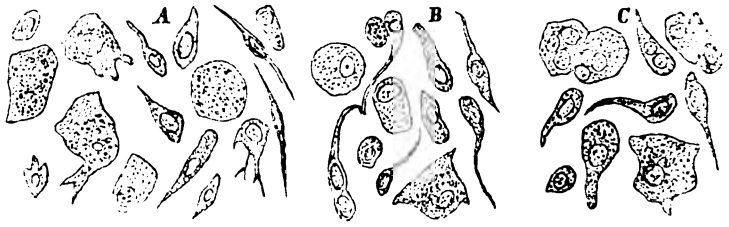
Die **Harnblase.** Ihre *Schleimhaut* gleicht mit Bezug auf den feineren Bau in allen wesentlichen Punkten der der Ureteren. Mit Bezug auf praktische Zwecke kann nicht genug hervorgehoben werden, dass das Epithelium der Harnblase, sowohl in seiner Gesammtanordnung, als auch nach den Einzelformen der Zellen vollkommen mit dem der Ureteren und des Nierenbeckens übereinstimmt. Es ist daher ganz unthunlich, von Epithelialzellen, welche etwa in Folge krankhafter Zustände der harnleitenden Organe dem ausgeschiedenen Harne beigemengt sind, aussagen zu wollen, aus welchem Abschnitte derselben sie herstammen. Die nachstehende Abbildung (Fig. 90) zeigt die verschiedenen Formen dieser Zellen, wie sie an frischen, menschlichen Objekten leicht durch Isolirung zur Ansicht kommen.

Die *Muskulatur der Harnblase*, ausschliesslich aus glatten Elementen bestehend, zeigt eine ziemlich verwickelte Anordnung. Die Fasern sind zu schmalen, platten Bündeln geordnet, welche zwar auf weite Strecken hin verfolgt werden können, aber durch häufige

Abzweigungen von Fasern und Aufnahme anderer Fasern aus benachbarten Bündeln ein mitunter schwer entwirrbares Strickwerk herstellen. Beim Menschen kann man im Allgemeinen drei Schichten unterscheiden, von welchen die äussere aus längslaufenden, die mittlere aus circulären und die innere wieder aus der Länge nach ziehenden Muskelbündeln besteht. Dabei ist jedoch zu bemerken, dass die Sonderung dieser Schichten keineswegs eine durchgreifende ist, indem einerseits zwischen den verschiedenen Schichten stellenweise reichliche Anastomosen der Muskelbündel vorkommen, andererseits aber die Verlaufsrichtungen selbst stärkerer Muskelbündel einer und derselben Schichte mehr weniger gegen einander geneigt sind.

Bezüglich der Einzelnheiten in der Anordnung der Muskel-

Fig. 90.



Isolirte Epithelzellen der ableitenden Harnwege aus der frischen Leiche eines 22jährigen Mannes (Zupfpräparat mit Zusatz von 1 Proz. Kochsalzlösung).

A Aus dem Scheitel der Harnblase.
B Aus der Mitte des Ureter.
C Aus einem Nierenkelche. **(Hartnack, Syst. VIII. Ocul. 2.)**

bündel möge Einiges aus den Mittheilungen *Th. Jurič's,* dessen lehrreiche Präparate ich aus eigener Anschauung näher kenne, hier seinen Platz finden.

Die *äussere Längsfaserschichte* tritt an der vorderen und hinteren Wand der Blase in compacteren Massen auf. Die Bündel der vorderen Wand ziehen im Allgemeinen vom Blasenhals nach aufwärts gegen den Scheitel; daselbst übergehen die median gelegenen in das Ligamentum vesico-umbilicale medium, während die mehr seitlichen Bündel in engeren und weiteren Bogen umbiegen, so dass sie das genannte Band schlingenförmig umfangen. Nach abwärts zu drängen sich die vorderen Längsbündel näher an einander, gehen theils in die Prostata ein, theils an den muskulösen Theil der Harnröhre; ein anderer Theil aber zieht sich von der Blase weg an die Liga-

menta pubo-prostatica und lässt sich in denselben bis an das Schambein verfolgen. — Die äusseren Längsbündel der hinteren Blasenwand bilden ebenfalls Schlingen um das Lig. vesico-umbilicale medium, welche aber von denen der vorderen Längsbündel bedeckt werden und mit den unterliegenden, circulären Bündeln netzartig verflochten sind. Nach abwärts zu convergiren sie gegen den oberen Rand der Prostata und senken sich, nachdem sich einige von ihnen überkreuzt haben, ebenfalls in die letztere ein. (Beim Weibe ziehen diese Bündel in das Septum urethro-vaginale.) An den Seitenwänden der Blase bleibt ein kleiner Abschnitt von äusseren Längsbündeln frei, so dass die Querschichte oberflächlich zu Tage tritt.

Die Richtung der circulären Bündel der *mittleren Muskelschichte* ist im Allgemeinen derart, dass sie an der hinteren Blasenwand nach vorne und unten und an der vorderen Wand nach hinten und unten geneigt sind, so dass sie sich vielfach in schiefen Winkeln durchkreuzen. Gegen das Orificium urethrae hin verlaufen die circulären Bündel mehr wagrecht und ziehen sich als *Sphincter vesicae internus* auf den Anfangstheil der Urethra fort, wo sie durch straffes, mit reichlichen elastischen Fasern vermengtes Bindegewebe zu einer dichten Masse verbunden sind. Von der seitlichen Blasenwand schlagen sich einzelne der circulären Bündel auf die Ureteren über, wo sie als äussere Längsfasern eine Strecke weit verlaufen.

Die *innere Längsfaserschichte* ist die schwächste, ihre Bündel sind am Scheitel der Blase am dichtesten gedrängt und an dieser Stelle netzartig durchflochten. Die Mehrzahl von ihnen schlägt sich an der vorderen Wand der Blase herunter und zwar übergehen die median gelegenen in den muskulösen Theil der Harnröhre; die mehr seitlichen hingegen beugen nach rückwärts um, bilden Bogentouren um den Blasengrund und verschmelzen dort mit den circulären Bündeln. An der hinteren Blasenwand sind die inneren Längsbündel spärlich vertreten und reichen nur bis etwa zur Mitte derselben herab.

Das *Trigonum vesicae* (*Lieutaudii*) besitzt, namentlich in seinem queren, zwischen beiden Uretermündungen gelegenen Wulst, reichliche Muskelfaserbündel, welche zum Theil mit den circulären, zum Theil aber auch mit den inneren Längsbündeln zusammenhängen.

Mit Bezug auf *Gefäss-* und *Nerven-Ausbreitung* kann auf das bei dem Ureter mitgetheilte verwiesen werden; hervorzuheben wäre nur, dass an den Stellen, wo die Nervenstämmchen in die Wan-

dung der Blase eintreten, mehrfach kleinere und grössere Anhäufungen von Ganglienzellen vorkommen.

Die **Harnröhre.** Nur beim Weibe hat die Harnröhre die Bedeutung eines einfachen Ausführungsrohres der Harnblase; beim Manne gehört sie mit ihrem weitaus grössten Theile, als *Sinus urogenitalis*, dem Harn- und Geschlechtsapparate gemeinschaftlich an. Sind demgemäss die anatomischen Verhältnisse der weiblichen Harnröhre bei weitem einfacher, so ist auch der feinere Bau in ihrer ganzen Ausdehnung der Wesenheit nach übereinstimmend, was bei der männlichen Harnröhre nicht der Fall ist.

An der *weiblichen Harnröhre* ist die Schleimhaut und die derselben aussen aufgelagerte Muskelschichte zu unterscheiden. Die Tunica propria besteht aus feinfaserigem, fibrillärem Bindegewebe mit reichlich eingestreuten, rundlichen und spindelförmigen Zellen und spärlichen elastischen Fasern. An der Oberfläche trägt sie zahlreiche, gegen das Orificium externum hin besonders stark entwickelte Papillen. Das Epithel ist in den obersten Abschnitten dem der Harnblase ähnlich, im Uebrigen ein geschichtetes Pflasterepithel. Drüsige Einlagerungen sind sehr spärlich; sie haben die Beschaffenheit der unten zu beschreibenden *Littre'schen* Drüsen.

Die Muskulatur der weiblichen Harnröhre besteht aus einer inneren, längslaufenden Lage von glatten Fasern und aus einer äusseren, circulären Schichte. In der letzteren sind die Fasern, welche unmittelbar der Längsschichte sich anreihen, glatte, die mehr nach Aussen gelegenen aber quergestreifte. Die ganze Muskulatur der Harnröhre ist in straffes, mit reichlichen, elastischen Fasernetzen durchsetztes Bindegewebe eingebettet, und durch dieses zu einer derben Masse vereinigt.

Die weibliche Harnröhre ist sehr reich an Blutgefässen. Dieselben bilden in der Schleimhaut ein dichtes Capillarnetz, von welchem aus Schlingen in die Papillen eintreten. Die Venen, welche aus demselben hervorgehen, bilden am Grunde der Schleimhaut ein stark entwickeltes Geflecht mit vorzugsweise der Länge nach ziehenden, weiten Stämmchen.

Die *männliche Harnröhre* zeigt, entsprechend ihren verschiedenen Abschnitten, nach mancher Richtung besondere Eigenthümlichkeiten in dem Bau ihrer Wandungen. Dieselben betreffen insbesondere die Form des Epithels, die Beschaffenheit und Anordnung

der Muskulatur und endlich die Einlagerung weiter Venengeflechte in der Submucosa. Die Tunica propria der Schleimhaut selbst ist allerwärts ziemlich gleichmässig aus einem zellenreichen, mit elastischen Fasernetzen durchsetzten Bindegewebe aufgebaut, an bestimmten Stellen mit glatter Oberfläche; an anderen aber mit Papillen versehen.

Das *Epithel* der Harnröhre ist in dem cavernösen und noch eine Strecke weit in den heutigen Theil hinein ein einschichtiges Cylinderepithel, ausgezeichnet durch die spitz ausgezogenen Basalenden der Cylinderzellen und durch zahlreiche, zwischen diesen eingestreute Ersatzzellen.

In dem häutigen Theil wird das Epithel mehrschichtig, indem es in eine Formation übergeht, welche dem Epithel der Harnblase ähnlich ist. Dies geschieht dadurch, dass oberflächlich zwischen den Cylinderzellen keulenförmige oder nagelförmige Zellen auftreten, deren verbreitertes Ende gegen die Lichtung der Harnröhre zugewendet ist, während die so in zweite Schichte gedrängten Cylinderzellen sich zu langen, schmalen Spindeln umwandeln. Aus den früher erwähnten Ersatzzellen entwickelt sich eine continuirliche Lage rundlicher oder birnförmiger Zellen, welche in tiefster Schichte gelegen sind. Dieser Uebergang erfolgt, wie es scheint, nicht bei allen Individuen an genau entsprechender Stelle, im Allgemeinen an der unteren Wand der Harnröhre etwas später als in den seitlichen und oberen Parthien derselben. In dem prostatischen Theile der Harnröhre ist das Epithel nicht mehr wesentlich von dem der Harnblase verschieden. Eine Epithelformation, welche völlig dem Charakter des geschichteten Pflasterepithels entspricht, wie sie von *E. Klein* für gewisse Stellen der Pars prostatica und membranacea beschrieben wird, habe ich in der männlichen Harnröhre niemals gesehen, mit Ausnahme am Orificium externum urethrae, von wo es sich in die Fossa navicularis und deren nächste Umgebung hereinzieht. Möglich ist übrigens, dass auch hierin individuelle Verschiedenheiten vorkommen.

In allen den Bezirken, wo das Epithel der Harnröhre deutlich geschichtet ist, trägt die Schleimhautoberfläche Papillen und zwar sind dieselben in der Fossa navicularis zahlreich und sehr stark entwickelt, in der Pars prostatica spärlicher und ziemlich klein.

Drüsige Einlagerungen kommen im ganzen Bereiche der Harnröhre, und zwar in den rückwärtigen Parthien etwas zahlreicher,

als in den vorderen, unter dem Namen der *Littre'schen Drüsen* vor. Dieselben sind im Allgemeinen nach dem acinösen Typus gebaut, aber durch lang gezogene, häufig geschlängelte Ausführungsgänge und durch spärliche, blinddarmförmige Acini ausgezeichnet; die Secretionszellen sind cylindrisch. Ihre Lagerstätte ist das submucöse Bindegewebe, doch greifen sie mitunter in die Muskelschichte über. Unter der Bezeichnung »Lacunen« der Harnröhre versteht man kleine, blind endigende grubige Vertiefungen ihrer Oberfläche, in welchen mitunter Anführungsgänge von *Littre'schen* Drüsen münden.

In dem prostatischen Theile trägt die Schleimhaut zahlreiche Oeffnungen für die Mündungen der Glandula prostatica.

Ueber die zur Harnröhre selbst gehörige *Muskulatur* ist folgendes zu bemerken. In der Pars prostatica folgt auf das submucöse Bindegewebe eine Schichte glatter, der Länge nach geordneter Muskelfasern, welche in der Gegend des Colliculus seminalis stärker gehäuft sind. Nach der Peripherie hin, wo die Sphincteren der Blase sich anschliessen, vermengen sich die circulären Fasern derselben mit den Längsbündeln, und da der Sphincter vesicae externus aus quergestreiften Fasern besteht, gehen auch solche theilweise in die Wand der Harnröhre ein.

Die Pars membranacea besitzt eine Muskelhaut aus vorwiegend circulär angeordneten, glatten Fasern, mit welchen sich nach aussen zu die quergestreiften Fasern des Diaphragma uro-genitale innig verflechten. Längslaufende Muskelbündel, aus glatten Fasern bestehend und durch starke bindegewebige Septa von einander getrennt, sind zwischen der circulären Lage und der Submucosa eingeschoben.

Verhältnissmässig spärlich ist die Muskulatur der Pars cavernosa urethrae. Es findet sich da nur im hintersten Theile eine, aus der Pars membranacea sich fortziehende Ringmuskelschichte, welche bald sehr dünn und von weiten Venenräumen durchbrochen wird und sich endlich völlig verliert. Weiter nach vorne sind nur vereinzelte, bald längs, bald schief verlaufende Muskelbündel der Wand der Urethra aufgelagert.

In Betreff *der Blutgefässe* ist zu bemerken, dass das Capillarnetz der Schleimhaut ein sehr reichliches ist und dicht unter der Epithelschichte seinen Sitz hat. Wo Papillen vorkommen, erhält jede derselben eine Gefässschlinge. Die Venen, welche aus dem Capillarnetze hervorgehen, bilden in der Submucosa ein dichtes

Maschenwerk verhältnissmässig weiter und vorwiegend in der Längsrichtung geordneter Röhrchen, welche in der Pars prostatica und membranacea eine Art von Schwellnetz darstellen und auch in dem cavernösen Theile als solches von dem eigentlichen Schwellkörper der Urethra zu unterscheiden sind (*Langer*).

Die *Lymphgefässe* bilden in der Schleimhaut der Harnröhre ein weitmaschiges Capillarnetz, welches tiefer als das Netz der Blutcapillaren gelegen ist.

Ueber Anordnung und Endigung der Nerven ist nichts Näheres bekannt.

Anhang.

Die Nebenniere.

Beim Menschen und bei den Säugethieren zeigt die Nebenniere an Durchschnitten schon für das freie Auge eine Sonderung des Parenchymes in zwei scharf getrennte Abtheilungen, von denen die eine die Peripherie, die andere die centralen Parthien des Organes einnimmt. Die erstere, die *Rindensubstanz,* ist ziemlich consistent, von deutlich radiärstreifigem Bruch und hellgelber Farbe. Sie ist beim Menschen durch einen gelbbraunen Streif (Zona reticularis) von der centralen Parenchymmasse, der *Marksubstanz,* getrennt. Die letztere besitzt eine mehr gleichartige Beschaffenheit und röthlich graue Farbe; sie hat die Eigenschaft, sich durch Einwirkung von Chromsäure und chromsauren Salzen intensiv braun zu färben. Die Gestalt und Ausdehnung der Marksubstanz ist bei der ziemlich variabeln Form der Nebenniere eine verschiedenartige. In der Regel beschränkt sie sich auf die mittleren, dickeren Parthien des Organes, während sie an den flachen Seitentheilen desselben vollständig fehlt, so dass diese letzteren gewissermassen nur aus einer Duplicatur der Rindensubstanz bestehen.

Mit Bezug auf den feineren Bau der Nebenniere haben wir zunächst ein *bindegewebiges Gerüste* und ein *zelliges Parenchym* zu unterscheiden.

Das erstere zerfällt in eine, die Oberfläche des Organes überziehende, zarte, fibröse Haut und in ein Trabekelsystem, welches sich von dieser abzweigt und ebenso in der Rinde als wie in der Marksubstanz ein vieltheiliges Fachwerk herstellt. Von der Innenfläche der Kapsel treten diese Bindegewebsbälkchen in senkrechter Richtung ab und ziehen radiär durch die ganze Rinde. Auf dieser Strecke senden sie sich gegenseitig zahlreiche, feine anastomostische Bälkchen zu. An der Grenze zwischen Mark und Rinde lösen sich die radiären Trabekel in ein zartes Flechtwerk auf, welches sich mit rundlichen Maschen durch die ganze Marksubstanz ausbreitet.

Die Elemente des *zelligen Parenchyms* sind von verschiedener Gestalt und Beschaffenheit. Im Bereiche der Rinde kommen zumeist grosse, polyedrische, mit zahlreichen, feinen Körnchen, häufig auch mit kleinen Fetttröpfchen durchsetzte, hüllenlose Zellen vor, deren Grenzen mitunter nur schwer oder gar nicht erkannt werden können. An Zupfpräparaten findet man sie gewöhnlich in mannigfacher Weise zertrümmert, daneben auch frei herumschwimmende Kerne. Nebst diesen Zellenformen enthält die Rindensubstanz auch kleinere, cubische oder auch cylinderähnliche oder spindelförmige Zellen (letztere insbesondere reichlich beim Pferd und in den oberflächlichsten Rindenschichten) in wechselnder Zahl. Die Zellen der Zona reticularis enthalten braunes, körniges Pigment.

Die zelligen Elemente der Marksubstanz sind durchschnittlich grösser, als wie die der Rinde, ihr Körper nicht so stark granulirt, der Kern häufig doppelt vorhanden. Ihre Form ist im Allgemeinen kugelig oder vieleckig, nicht selten durch längere oder kürzere Fortsätze ganz unregelmässig sternförmig. Von den Zellen der Rinde unterscheiden sie sich ausserdem durch ihre geringere Resistenz gegen die Einwirkung kaustischer Alkalien und durch ihre auffallende Färbung in chromsäurehaltigen Flüssigkeiten.

Bemerkenswerth ist, dass die Parenchymzellen der Nebennieren, trotzdem sie ihrem äusseren Ansehen nach grosse Aehnlichkeit mit Drüsenzellen besitzen, wahrscheinlich bindegewebiger Natur sind. *v. Brunn,* nach dessen Untersuchungen sie aus dem mittleren Keimblatte herzuleiten sind, hält sie für modificirte Adventitialzellen der Blutgefässe, und zwar hauptsächlich gestützt auf das Vorkommen von spindelförmigen Zellen, deren Ausläufer sich in den Bindegewebssepten verlieren.

Die *Anordnung* der Parenchymzellen ist für Rinde und Mark

eine verschiedenartige, ja selbst im Bereiche der ersteren nicht durchwegs dieselbe. Mit Rücksicht darauf unterscheidet man seit *J. Arnold drei Zonen der Rinde,* von denen eine schmale, oberflächliche als *Zona glomerulosa,* die mittlere breitere als *Zona fasciculata* und eine innere als *Zona reticularis* bezeichnet wird. In der Zona glomerulosa sind die Parenchymzellen zu grösseren oder kleineren rundlichen Gruppen geordnet, welche durch bindegewebige Septa von einander getrennt sind. Bei manchen Thieren (Katze, Kaninchen) fehlt diese Schichte vollständig. Die Zona fasciculata zeigt an Schnitten, welche quer durch das Organ geführt worden sind, die Parenchymzellen zu langen, radiär gestellten Reihen geordnet, und zwischen ihnen der Länge nach die bindegewebigen Trabekel verlaufend. Eine jede dieser Zellenreihen enthält der Quere nach zwei oder drei Zellen. Hat man Schnitte parallel der Oberfläche des Organes durch die Zona fasciculata angefertigt, so kann man sich überzeugen, dass die Parenchymzellen diesen Reihen entsprechend zu cylindrischen, abgeplatteten oder hohlrinnenartigen Strängen zusammengefügt sind, welche rings von einer bindegewebigen Scheide eingeschlossen sind. Es bleiben jedoch nicht alle diese »Rindencylinder« völlig isolirt, vielmehr kommt es nicht selten vor, dass zwei derselben sich vereinigen, sei es, dass sie an der Oberfläche in einander umbiegen, sei es, dass sie in ihrem Verlaufe nach einwärts unter spitzen Winkeln zusammenfliessen. Die Zona reticularis ist ausgezeichnet durch den Pigmentgehalt ihrer Zellen und durch die ganz diffuse Einlagerung derselben in den Räumen des Trabekelsystems.

Ebenso ohne regelmässige Anordnung sind die zelligen Elemente in der *Marksubstanz* vertheilt, indem sie allerwärts, entweder einzeln, oder in Gruppen von zwei bis drei, die rundlichen Lücken des bindegewebigen Stroma's ausfüllen.

Die Blutgefässe der Nebennieren. Die Arterien treten von mehreren Seiten (aus der Art. renalis und Art. phrenica inferior, sowie aus der Aorta direct) an die Nebenniere heran und zerfallen bereits in dem umhüllenden Bindegewebe in viele kleinere Zweigchen. Diese senken sich, allenthalben zerstreut, in die Rindensubstanz ein und durchziehen dieselbe in radiärer Richtung, sich an die Bindegewebssepta haltend. Das Capillarsystem, welches sich aus ihnen entwickelt, steht durch die ganze Rinde in ununterbrochenem Zusammenhang und umgreift die Formationen der Parenchymzellen.

In der Zona fasciculata bildet dasselbe langgestreckte, in der äusseren und inneren Rindenschichte aber rundliche Maschenräume. An der Grenze der Marksubstanz übergehen die Capillaren in weite, dünnwandige, venöse Gefässchen, welche im ganzen Bereiche des Markes ein dichtes Netzwerk bilden und schliesslich zu einer grösseren Vene sich sammeln, welche als Vena suprarenalis in der medianen Furche des Organes verläuft und sich gewöhnlich direct in die untere Hohlvene ergiesst. Andere, aber viel kleinere Venenstämmchen sammeln sich im Bereiche der Rinde und der äusseren Kapsel und begleiten in ihrem weiteren Verlaufe die zuführenden Arterien.

Ueber *Lymphgefässe* der Nebenniere ist nichts bekannt.

Die zahlreichen *Nerven* der Nebenniere, den N. splanchnici und dem Plexus coeliacus entstammend, dringen mit den arteriellen Gefässchen in das Parenchym ein und können allerwärts in den radiären Bindegewebssepten bis in die Marksubstanz verfolgt werden, in welcher sie einen dichten Plexus bilden. Beziehungen derselben zu den Parenchymzellen sind nicht bekannt. Hervorzuheben ist die grosse Zahl von Ganglienzellen, welche sich theils im Marke, theils auch in der bindegewebigen Hülle (*v. Brunn*) nachweisen lassen. An letzterem Orte sind sie meist zu Gruppen vereinigt, an dem ersteren hingegen mehr zerstreut gelagert. In der Marksubstanz sind sie dadurch leicht von den Parenchymzellen zu unterscheiden, dass sie sich in Chromsäure nicht tingiren.

VIII. Kapitel.

Der Geschlechtsapparat.

Die Organe, welche der geschlechtlichen Fortpflanzung dienen, können für beide Geschlechter zunächst nach ihrer Function gruppirt werden. Wir unterscheiden darnach: die *Geschlechtsdrüsen,* die *ausführenden Kanäle* derselben mit ihren *Anhangsgebilden,* und endlich die *Begattungswerkzeuge.*

Die paarigen Geschlechtsdrüsen (*Hoden, Eierstöcke*) sind vor allen anderen Drüsen dadurch ausgezeichnet, dass ihre Produkte (Secrete) im Wesentlichen geformte Bildungen sind — die *Samenfäden* und die *Eichen.*

Die Ausführungsgänge der männlichen Geschlechtsdrüsen — die *Vasa deferentia* — sammeln sich in den *Nebenhoden* aus einer Anzahl dem Hoden entstammender Kanälchen, und erhalten gegen das Ende ihres Verlaufes die *Samenbläschen* als Anhangsgebilde. Sie ergiessen sich als *Ductus ejaculatorii* in den *Sinus urogenitalis* (die männliche Harnröhre), in welchen ausserdem noch die *prostatischen* und die *Cowper'schen Drüsen* einmünden.

Das männliche Begattungsorgan — der *Penis* — umschliesst den Sinus urogenitalis.

Die Ausführungsgänge der weiblichen Geschlechtsdrüsen — die *Tubae Fallopiae* — übergehen zunächst in den *Uterus,* dessen Bestimmung, als Brutstätte der Frucht, besondere Bauverhältnisse seiner Wandungen erforderlich macht, umsomehr als die Austreibung des reifen Foetus durch seine active Contraction bewerkstelligt werden muss. An den Uterus schliesst sich die *Scheide,* welche mit dem *Sinus urogenitalis* und der *Clitoris* das Begattungsorgan des Weibes abgibt. Die den *Cowper'schen* Drüsen des Mannes analogen *Glandulae Bartholinianae* senden ihre Ausführungsgänge ebenfalls in den Sinus urogenitalis.

Nebst den aufgezählten, an der Geschlechts-Function betheiligten Organen, begegnet man, namentlich in der nächsten Umgebung der

Geschlechtsdrüsen, noch verschiedenen, rudimentären Bildungen, welche als Ueberreste transitorischer, embryonaler Organe erkannt worden sind.

Da die Einsicht in den Aufbau der Geschlechtsorgane durch die Kenntniss ihrer Entwicklungsgeschichte wesentlich gefördert wird, so scheint es unerlässlich, zunächst mit kurzen Worten derselben zu gedenken.

Bei menschlichen Embryonen aus dem Anfang des zweiten Monates findet man in der Rumpfhöhle, beiderseits neben der Anlage der Wirbelsäule, ein langgestrecktes Organ, welches unter dem Namen des *Wolff'schen Körpers* (*Urniere*) bekannt ist und nach seinem feineren Bau eine unverkennbare Analogie mit der Niere des ausgebildeten Körpers zeigt.

Es enthält nemlich der *Wolff'sche* Körper neben bogig gekrümmten Drüsenröhrchen mit vorwiegend querer Verlaufsrichtung eine Anzahl wohl entwickelter *Malpighi'scher* Körperchen, welche in Bezug auf die Beschaffenheit der Gefässknäuel und der sie umhüllenden Kapsel völlig mit denen der Niere übereinstimmen. Die Drüsenröhrchen stehen mit einem ausführenden Kanale — dem *Wolff'schen Gange* — in Zusammenhang, welcher an der lateralen Seite des Organes gegen das hintere Leibesende zieht und dort neben dem Schwanzdarme in die Kloake ausmündet. Es unterliegt keinem Zweifel, dass der *Wolff'sche* Körper zu dieser Zeit des Fötallebens die Function der bleibenden Nieren vertritt, welche erst später einen gewissen Grad der Ausbildung erreichen. Ausserdem aber steht er in bestimmten Beziehungen zu der Entwicklung der Geschlechtsorgane.

Die vordere Fläche des *Wolff'schen* Körpers ist gegen den, zu dieser Zeit noch gemeinschaftlichen Rumpfraum — die *Pleuroperitonealhöhle* — gewendet und bildet in denselben hinein einen wulstigen Vorsprung — den *Geschlechtswall* (*Waldeyer*). — Der letztere ist von einer einschichtigen Lage cylindrischer Zellen bedeckt, welche sich nach den seitlichen Rumpfwandungen hin allmälig in die platte Endothelialbekleidung des Rumpfraumes verlieren. Dieser Zellenbelag des Geschlechtswalles — das *Keimepithel* (*Waldeyer*) — ist ein Rest jener Zellenmassen, aus welchen sich der *Wolff'sche* Körper und der *Wolff'sche* Gang entwickelt haben und gibt überdies den Ausgangspunkt für weitere, zur Geschlechtssphäre gehörende Organanlagen ab. Zunächst entsteht aus ihm der *Müller'sche Gang*, ein

jederseits vor dem *Wolff'schen* Körper herabsteigender, mit den Drüsenröhrchen des letzteren aber nicht in Zusammenhang stehender, von cylindrischen Zellen ausgekleideter Kanal. Das vordere (obere) Ende desselben ist in die Pleuroperitonealhöhle geöffnet, nach rückwärts hin vereinigen sich beide *Müller'schen* Gänge zu einem unpaarigen Endstücke, welches in die Cloake ausmündet.

Alle die genannten Bildungen finden sich an jedem Embryo zu einer bestimmten Zeit vor und bezeichnen ein Entwicklungsstadium, in welchem noch keine Geschlechtsdifferenz zur Wahrnehmung gelangt, vielmehr die Anlagen für die männlichen und weiblichen Sexualorgane neben einander in einem und demselben Individuum vorhanden sind. Erst durch weitere Fortentwicklung eines bestimmten Theiles dieser embryonalen Anlagen und durch allmälige Verkümmerung des anderen Theiles kommt es zur Ausbildung, entweder des männlichen oder des weiblichen Geschlechtsapparates. Im Einzelnen gehen die bleibenden Abtheilungen des Geschlechtsapparates in folgender Weise aus den embryonalen Anlagen hervor.

1) **Beim männlichen Geschlechte.** Die männlichen *Geschlechtsdrüsen* (*Hoden*) entstehen nach *Waldeyer* aus dem vorderen (oberen) Abschnitte des *Wolff'schen* Körpers (*Sexualtheil* desselben), welcher durch bedeutend geringeres Caliber der Drüsenröhrchen und durch trübes, körniges Epithel von dem hinteren (unteren) Abschnitte (dem *Urnierentheile* des *Wolff'schen* Körpers) ausgezeichnet ist. Es ist nach den Untersuchungen des genannten Forschers sehr wahrscheinlich, dass die Drüsenkanälchen des Hodens durch Auswachsen aus den dem Sexualtheile des *Wolff'schen* Körpers angehörenden Drüsenkanälchen entstehen, während es zweifellos ist, dass dieser selbst zum *Nebenhoden* und der *Wolff'sche* Gang zum *Vas deferens* wird. Der Urnierentheil des *Wolff'schen* Körpers verkümmert und bleibt als *Paradidymis* (*Corps innominé* von *Giraldès*) zurück.

Die *Müller'schen* Gänge gehen beim männlichen Geschlechte alsbald zu Grunde, jedoch erhält sich ihr unpaares Endstück als *Utriculus prostaticus* und ihr vorderster Theil, nach neuesten Mittheilungen *Waldeyer's*, als *ungestielte Morgagni'sche Hydatide.* (Nach *Fleischl* und *Krause* geht die letztere aus dem Keimepithel hervor und würde somit als Analogon des Eierstockes zu betrachten sein, daher auch ihr der Name *Ovarium masculinum* beigelegt worden ist.

Hingegen geht nach *Krause* die inconstante, *gestielte Hydatide* aus dem oberen Ende des *Müller'schen* Ganges hervor.) Die *Samenbläschen* sind als Ausstülpungen des Vas deferens zu betrachten.

2) **Beim weiblichen Geschlechte.** Der *Eierstock* entsteht durch eine Wucherung des den Geschlechtswall bedeckenden Keimepithels, die *Eileiter* durch eine weitere Ausbildung der *Müller'schen* Gänge, deren vorne offenes Ende dem Ostium abdominale der Tuben entspricht. Aus dem unpaarigen unteren Ende des *Müller'schen* Ganges entwickeln sich *Uterus* und *Vagina.* Als Reste des *Wolff'schen* Körpers erhalten sich beim Weibe das *Epoophoron* und das *Paroophoron* (*Waldeyer*). Das erstere (das Parovarium der Autoren) ist ein Ueberbleibsel des Sexualtheiles, daher ein Homologon der Epididymis des Mannes. Das Paroophoron, ebenfalls im Ligam. latum uteri, medialwärts vom Epoophoron, nahe dem Uterus gelegen, ist ein Residuum des Urnierentheiles des *Wolff'schen* Körpers und daher ein Homologon der Paradidymis des Mannes. Die *Wolff'schen* Gänge verschwinden, wie es scheint, beim Weibe vollständig, erhalten sich aber bei einigen Thieren (Rind) unter dem Namen der *Gartner'schen Kanäle.*

Die Entstehung der *äusseren Genitalien* wird bei beiden Geschlechtern zunächst eingeleitet durch die Trennung der Cloake in die *Afteröffnung* und in den *Sinus urogenitalis,* d. h. die gemeinschaftliche Oeffnung für die ausführenden Gänge des Harn- und Geschlechtsapparates. Aus einem vor dem Sinus urogenitalis befindlichen Wulste entwickelt sich der *Penis,* beziehungsweise die *Clitoris* und aus zwei seitlich von ihm sich erhebenden Hautfalten der *Hodensack,* beziehungsweise die *grossen Schamlippen.* Als Ausstülpungen des Epithels des Sinus urogenitalis entstehen die *Cowper'schen* und die *Bartholini'schen Drüsen.*

A. Die männlichen Geschlechtswerkzeuge.

1) Das männliche Geschlechtsproduct (Samen, Sperma).

Der auf natürlichem Wege entleerte Samen der Säugethiere und des Menschen besteht aus einer alkalischen, eiweisshaltigen, an

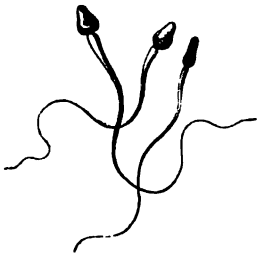
der Luft gelatinirenden Flüssigkeit und aus geformten, mit selbständiger Bewegungsfähigkeit begabten Elementen — den *Samenfäden* (*Spermatozoën*, *Spermatofilen*). So stellt er ein Gemenge aus dem Secrete des Hodens und Nebenhodens, der Samenblasen und wahrscheinlich auch der *Cowper'schen* Drüsen dar. Das reine Product der Geschlechtsdrüse, wie man es aus dem Nebenhoden gewinnen kann, enthält die Samenfäden und nur eine äusserst geringe Menge von Flüssigkeit.

Die Samenfäden sind langgestreckte, im Allgemeinen stecknadelähnliche Gebilde, welche bei verschiedenen Thierarten sowohl nach den Dimensionen, als auch nach den Details ihrer Formen sehr erhebliche Variationen zeigen. Man unterscheidet an ihnen den *Kopf*, das *Mittelstück* und den *Schweif*.

Bei den menschlichen Samenfäden, welche allein hier berücksichtigt werden sollen, ist der *Kopf* birnförmig (Fig. 91) gestaltet, jedoch etwas abgeplattet, mit nach vorne gerichtetem, schmälerem Ende; er ist ausgezeichnet durch völlig homogene Beschaffenheit und durch einen eigenthümlichen, fettähnlichen Glanz. An ihn schliesst sich, jedoch scharf abgesetzt, das *Mittelstück* an, welches, von vorne nach rückwärts sich allmälig verschmächtigend, in den Schweif übergeht; eine scharfe Grenze zwischen dem ersteren und letzteren ist nicht immer, häufig aber durch eine feine Querlinie gegeben. Der *Schweif* stellt einen langen, fadenförmigen, in eine feine Spitze auslaufenden Anhang des Mittelstückes dar. Der Kopf misst 3—5 μ in der Länge, 1·8—3·3 μ in der Breite, das Mittelstück ungefähr 6 μ in der Länge und 0·7—1 μ in der Breite, der Schweif 40—50 μ in der Länge. In frischem Zustande zeigen sich die Samenfäden in fortwährender, lebhafter Bewegung begriffen, vorausgesetzt, dass die Consistenz und die chemische Beschaffenheit der umgebenden Flüssigkeit kein Hinderniss dagegen bieten. Die active Bewegungsfähigkeit kommt allein dem Schweife zu, welcher in wellenförmigen, von vorne nach rückwärts laufenden Biegungen sich hin und her schlängelt. Kopf und Mittelstück werden in Folge dessen passiv in eine eigenthümliche drehende oder bohrende Bewegung versetzt, während der ganze Samenfaden, mit dem Kopfe voran, sich vorwärts schiebt. In ihrem natürlichen Medium bewahren die Samenfäden auf sehr lange Zeit ihre Lebensfähigkeit, ja man hat sie an menschlichen Leichen noch

24 Stunden und länger nach dem Tode erhalten gesehen*). Die grösste Intensität erlangt die Bewegung, wenn frisch entleerter Samen durch Jodserum oder auch 1 Proz. Kochsalzlösung etwa zur Hälfte verdünnt wird. Aus dem Vas deferens, wo die Samenfäden in dichten Massen beisammenliegen, entnommen und ohne Zusatzflüssigkeit auf den Objektträger gebracht, zeigen sie sich völlig regungslos, und erst nach Zusatz der genannten Flüssigkeiten beginnen sie ihre Bewegungen. Dieselben erhalten sich übrigens auch in schwachen Zucker- oder Eiweisslösungen, selbst in verdünntem Glycerin, jedoch erweist sich in allen diesen Fällen eine bestimmte Concentration als die geeignetste, während zu schwache oder zu starke Lösungen die Bewegungen beeinträchtigen. Ausserdem ist durch vielfache Versuche ermittelt worden, dass alle alkalisch reagirenden, thierischen Flüssigkeiten die Bewegung auf lange Zeit zu erhalten vermögen, während dieselbe durch schwach sauer reagirende Flüssigkeiten, Metallsalzlösungen und selbstverständlich durch alle jene Substanzen, welche eingreifendere chemische Veränderungen der Samenfäden hervorrufen, rasch zum völligen Stillstand gebracht wird. Auch Wasser äussert einen nachtheiligen Einfluss, jedoch kann durch Zusatz der oben genannten, günstig wirkenden Agentien die erloschene Bewegung wieder hergestellt werden (*Kölliker*). — Nach dem Absterben erhalten die Samenfäden ihre äussere Form noch durch sehr lange Zeit, indem sie der Fäulniss völlig widerstehen und selbst gegenüber den stärksten chemischen Einwirkungen sich indifferent verhalten. Concentrirte Schwefelsäure, Salpetersäure und Salzsäure bewirken bei gewöhnlicher Temperatur keine bemerkbaren Gestaltveränderungen und vermögen selbst in der Siedhitze die Samenfäden nicht völlig zu zerstören. Auch in starken alkalischen

Fig. 91.



Drei Samenfäden vom Menschen, zwei davon zeigen den Kopf von der Fläche, der nach rechts gelegene von der Kante her. (Aus Wundt's Physiologie).

*) Mündlicher Mittheilung zufolge hat Prof. *Maschka* wiederholt bei Obductionen, welche 48 Stunden nach dem Tode vorgenommen worden waren, und in einem Falle selbst im Laufe des dritten Tages noch, einzelne Samenfäden in typischer Bewegung gefunden, während die grosse Mehrzahl derselben regungslos war.

Laugen erhalten sie sich bei niedriger Temperatur, erst in der Wärme werden sie allmälig aufgelöst. Durch Eintrocknen wird die Form der Samenfäden nicht im mindesten verändert, ja man vermag sie in Präparaten am aller Vortheilhaftesten dadurch zu conserviren, dass man mit 1% Essigsäure verdünntes Sperma unter dem Deckgläschen eintrocknen lässt (*Schweigger-Seidel*). Selbst in der Glühhitze hat man ihre Formen noch vollständig erhalten gesehen (*Valentin*). Diese grosse Widerstandsfähigkeit der Samenfäden wird mitunter für forensische Zwecke von grosser Bedeutung, indem sie ihren Nachweis noch nach sehr langer Zeit gestattet.

Die Samenfäden der Wirbelthiere unterscheiden sich von denen des Menschen hauptsächlich durch verschiedene Gestaltung des Kopfes und des Mittelstückes, sowie durch die Dimensionen ihrer einzelnen Abschnitte.

Ueber die morphologische Bedeutung der Samenfäden und ihrer Theile, welche nur durch die Geschichte ihrer Entwicklung aufgehellt werden kann, ist bis jetzt eine völlige Uebereinstimmung der Anschauungen noch nicht erzielt worden. Nach *Schweigger-Seidel* hätte man den Samenfaden als eine einstrahlige Wimperzelle zu betrachten, wobei der Kopf dem Kerne, das Mittelstück dem Protoplasma und der Schweif einer langen Wimpercilie entsprechen sollte. Dieser Anschauung haben u. A. *Merkel* und *v. La Valette* beigestimmt. Andere Forscher, vor allem *v. Ebner*, stellen die directe Betheiligung von Kernen bei der Bildung der Samenfäden in Abrede und nehmen an, dass eine »innere Verdichtung des Protoplasmas der Mutterzellen« zur Bildung des Kopfes und Mittelstückes führen. Dem schliessen sich im Wesentlichen *E. Neumann* und *v. Mihalkovics* an.

2) Die männlichen Geschlechtsdrüsen.

Der *Hoden* (*Testis*, *Didymis*) gehört in die Reihe der schlauchförmigen Drüsen. Seine Drüsenkanälchen sind von beträchtlicher Länge und zeigen in verschiedenen Abschnitten erhebliche Differenzen, sowohl mit Bezug auf den feineren Bau, als auch nach Verlauf und Anordnung. Sie übergehen, durch Vermittlung der Kanälchen des Nebenhodens in einen gemeinschaftlichen Ausführungsgang — das Vas deferens. Die drüsigen Formationen werden von einem binde-

gewebigen Gerüste getragen, welches an der Oberfläche des Organes in Gestalt einer fibrösen Haut (Tunica albuginea) auftritt, im Inneren aber ein eigenthümliches Fachwerk herstellt.

Die *Tunica albuginea* ist aus dicht verfilzten Bindegewebsbündeln hergestellt, welche im Allgemeinen der Oberfläche parallel gelagert und von nur spärlichen, feinen elastischen Fäserchen durchsetzt sind. Die glatte Oberfläche besitzt einen Ueberzug von polygonalen Endothelzellen, welcher sich ununterbrochen auf die eigene Scheidenhaut des Hodens fortsetzt; ein besonderes Bindegewebsstratum, welches dem serösen Ueberzug des Hodens entsprechen würde, ist nicht nachweisbar. An den hinteren, oberen Parthien des Hodens verdickt sich die Tunica albuginea und erzeugt von ihrer inneren Oberfläche her ein ziemlich derbes, gegen das Parenchym vorragendes Bindegewebslager (*Corpus Highmori, Mediastinum testis*), welches eine grössere Anzahl kanalartiger, netzförmig unter einander zusammenhängender Räume beherbergt. Von diesem aus zweigen sich in divergirender Richtung membranöse Fortsetzungen (*Septula testis*) ab, welche als zarte Scheidewände das Parenchym des Hodens durchsetzen, ohne jedoch eine völlige Abtheilung desselben in selbständige Läppchen zu bewirken. Mit ihnen steht jenes lockere, zellenreiche Bindegewebe in Zusammenhang, welches die einzelnen Drüsenkanälchen umgibt und an der Peripherie des Hodens, unmittelbar unter der Albuginea, zu einem ununterbrochenen, dünnen Häutchen (*Tunica vasculosa*) zusammenfliesst. Dieses *interstitielle* Bindegewebe des Hodens enthält neben gewöhnlichen, platten Bindegewebszellen in grösserer oder geringerer Zahl eigenthümliche, rundliche stark granulirte, häufig auch mit braunem Pigment und mit feinen Fetttröpfchen versehene Zellen, welche unter der Bezeichnung *Zwischenzellen* in letzterer Zeit vielfach Gegenstand der Untersuchung gewesen sind. Sie sind theils zu rundlichen Gruppen oder Strängen geordnet, theils umgeben sie (besonders bei gewissen Thieren — Kaninchen) scheidenartig die gröberen Ramificationen der Blutgefässe. Ihre Bedeutung ist noch nicht klargestellt. Von manchen Autoren werden sie mit den Parenchymzellen der Nebenniere in eine Reihe gestellt, von Anderen als zum Nervensystem gehörig betrachtet.

An den *Drüsenkanälchen* des Hodens hat man drei wohl charakterisirte Abschnitte zu unterscheiden, für welche die Namen *Tubuli contorti, Tubuli recti* und *Rete testis* in Gebrauch sind.

Die Tubuli contorti (*gewundene Samenkanälchen, Tubuli seminiferi*) bilden den allergrössten Theil des Hodenparenchyms und behaupten auch aus dem Grunde die hervorragendste Bedeutung, weil in ihnen die Bildung der Samenfäden vor sich geht. Sie sind drehrunde, ziemlich starke Kanälchen (beim Menschen von 140 μ mittlerem Durchmesser), welche sich selbst ohne weitere Vorbereitung, viel besser aber nach 1—2tägiger Maceration in mässig starker (20—30%) Salzsäure auf weite Strecken hin isoliren lassen. Man kann so nicht schwer zusammenhängende Stücke von 20—30 Centimeter Länge erhalten. Trotzdem konnte ihre Anordnung und Verlaufsweise wegen der vielfachen Krümmungen und Verschlingungen noch immer nicht sicher festgestellt werden. Nach neueren Untersuchungen (*v. Mihalkovics*) bilden sie an der Peripherie des Organes ein allseitig zusammenhängendes, geschlossenes Netzwerk, ohne dass blinde Anfänge, resp. Endigungen der Kanälchen vorhanden wären; nur ab und zu kommen kurze, knospenartige Anhänge zur Beobachtung. Von diesem Netzwerk ziehen zahlreiche abzweigende Kanälchen unter fortgesetzten Windungen gegen das Corpus *Highmori* hin, wobei sich aber allmälig ihre Zahl sehr beträchtlich vermindert, indem fort und fort je zwei derselben unter spitzen Winkeln zusammenfliessen. Auch ihre Windungen werden, je mehr sie sich dem Corpus *Highmori* nähern, um so geringer und spärlicher, bis sie sich endlich ganz gerade strecken und in die Tubuli recti übergehen. Durch die Septula werden die gewundenen Kanälchen mehr oder weniger vollständig zu einzelnen Gruppen (Läppchen) zusammengefasst, deren Gestalt annähernd die eines Kegels ist, die Basis gegen die Peripherie, die Spitze gegen das Corpus *Highmori* gewendet. Es ist zu bemerken, dass die Abgrenzung der Läppchen, je mehr man sich der Peripherie des Organes nähert, um so unvollständiger und undeutlicher wird und sich endlich vollständig verliert, so dass eine periphere, allseitig zusammenhängende Lage von Kanälchen (Rindenschichte) zu Stande kommt. Uebrigens finden sich Anastomosen der Kanälchen auch innerhalb der Läppchen, jedoch, wie es scheint, in sehr geringer Zahl, und ebenso zwischen Kanälchen benachbarter Läppchen.

Die *Tubuli recti* (*gerade Samenkanälchen*) sind die unmittelbaren Fortsetzungen der gewundenen Kanälchen, jedoch von ihnen in mehrfacher Beziehung verschieden. Sie finden sich ausschliesslich nur in dem Bindegewebe des Corpus *Highmori* oder in den hintersten

Theilen der Septula eingelagert und zeichnen sich durch völlig geradlinigen Verlauf, durch geringe Länge und kleinen Querdurchmesser aus (beim Menschen messen sie 200—400 μ in der Länge und 20—50 μ nach der Breite — *Mihalkovics*). Sie dienen zur Verbindung der Tubuli contorti mit dem *Rete testis;* das letztere besteht aus weiten, 70—120 μ im Durchmesser haltenden Kanälen, welche sich zu einem sehr dichten, die Räume des Corpus *Highmori* einnehmenden Netzwerke verbinden. Aus diesem nehmen die ausführenden Kanälchen des Nebenhodens ihren Ursprung.

Zur Untersuchung des *feineren Baues* der genannten Kanalabschnitte sind feine Durchschnitte durch gehärtete Objekte erforderlich. Besonders zu empfehlen sind die Hoden der Ratte und des Katers. Zur Härtung leistet verdünnte Chromsäure, als Tinctionsmittel Hämatoxylin die besten Dienste.

Die *Tubuli contorti* besitzen eine ziemlich starke (beim Menschen 6—10 μ dicke), membranöse Aussenwand, welche an Querschnitten häufig eine deutliche, concentrische Streifung erkennen lässt; sie ist nach *v. Mihalkovics* aus schichtenweise übereinander gelagerten, endothelialen Zellen aufgebaut. An ihrer Innenfläche ordnen sich die Drüsenzellen zu mehrfach geschichteten Lagen. Untersucht man nun die Beschaffenheit und Anordnung der letzteren an Durchschnittspräparaten, so wird man sofort zur Ueberzeugung gelangen, dass in dieser Hinsicht die verschiedenen Durchschnitte der Kanälchen sehr erhebliche Differenzen erkennen lassen. Die Ursache ist darin zu suchen, dass nicht alle Abschnitte der gewundenen Kanälchen zu demselben Zeitpunkte auch in demselben Functionszustande begriffen sind, d. h. dass in manchen Bezirken eine Entwicklung von Samenfäden überhaupt nicht bemerkbar ist (ruhender Zustand), während man in anderen*) den verschiedenen Phasen dieses Entwicklungsvorganges begegnet (Thätigkeitszustand).

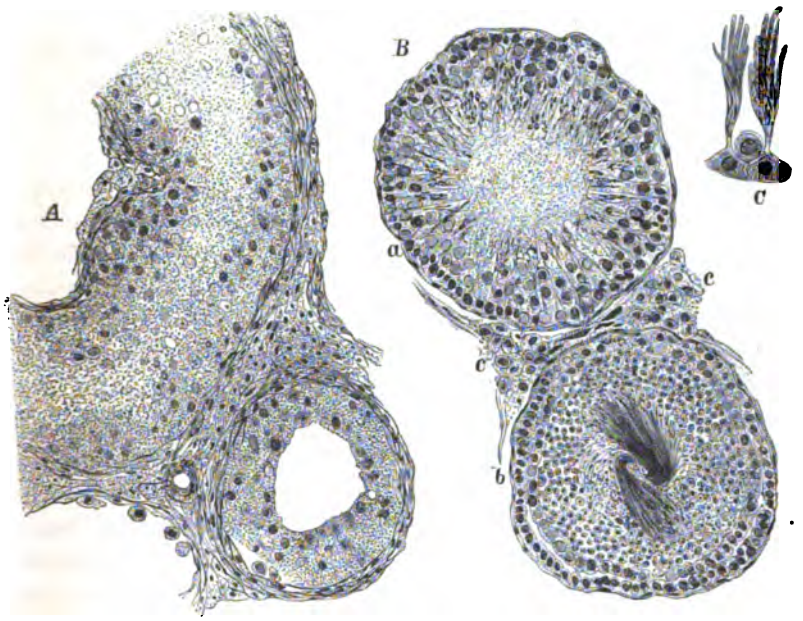
Während des *ruhenden Zustandes* (Fig. 92 A und Bb) sind die Drüsenzellen sämmtlich mehr weniger gleichmässig rundlich,

---

*) Wie die Entwicklung der Samenfäden bei den meisten Thieren notorisch an periodische Zeiträume gebunden ist, so scheint sie auch beim geschlechtsreifen Manne nicht ununterbrochen vor sich zu gehen. Wenigstens sucht man an menschlichen Hoden nicht selten vergeblich nach Abschnitten von Kanälchen, welche im Zustande der Thätigkeit wären, und zwar auch an Leichen plötzlich verstorbener, jugendlich kräftiger Individuen.

zu 3—6 Schichten übereinander gehäuft. Die der membranösen Kanälchenwand am nächsten liegenden Zellen sind meist etwas grösser, deutlicher granulirt, schärfer von einander abgegrenzt; ihre Kerne färben sich mit Carmin oder Hämatoxylin intensiver. Man kann sie als *Wandschichte* der Drüsenzellen zusammenfassen. Auf diese einfache oder doppelte Zellenschichte folgen nach einwärts noch zwei oder mehrere Lagen kleinerer rundlicher, kernhaltiger

Fig. 92.



A Aus einem Durchschnittspräparate eines in Chromsäure erhärteten, menschlichen Hodens. Ein Kanälchen der Länge nach, das andere quer durchschnitten (Ruhezustand).
B Aus einem Durchschnittspräparate eines in Chromsäure erhärteten Rattenhodens. In dem Kanälchen a sind die Samenfäden in Bildung begriffen, von den Spermatoblasten noch nicht losgelöst. In dem Kanälchen b bereits fertig entwickelt, in dem Lumen des Kanälchens gelegen. Bei c Zwischenzellen. (Hämatoxylin-Präparat.)
C Zwei isolirte Spermatoblasten in einem Entwicklungszustand, wie er annähernd dem Kanälchen a entspricht (Hämatoxylinfärbung.)
A und B mit Hartnack, Object. VIII. Ocul. 2, C mit Hartnack, Immers. Syst. X. Ocul. 3 gezeichnet.

Zellen, deren Grenzen ziemlich undeutlich sind (*indifferente Samenzellen — Mihalkovics*). Zwischen ihnen ist eine dickflüssige, in den gewöhnlichen Härtungsflüssigkeiten körnig gerinnende Flüssigkeit angesammelt. Das Lumen dieser Kanälchen ist entweder völlig scharf begrenzt und leer, oder mit einer ähnlichen Flüssigkeit, wie

sie zwischen den Zellen sich findet, erfüllt, oder auch mit Büscheln von völlig ausgebildeten Samenfäden besetzt.

Im Zustande der Thätigkeit finden wir als charakteristische Elemente lang gestreckte, eigenthümlich geformte, radiär gestellte Zellen (*Spermatoblasten, v. Ebner, E. Neumann*), welche in reichlicher Zahl zwischen den indifferenten Zellen eingelagert sind. Während die letzteren zur Bereitung der flüssigen Zwischensubstanz dienen (*v. Mihalkovics*), sind die ersteren als die Mutterzellen der Samenfäden anzusehen.

Die *Spermatoblasten* (Fig. 92 C) bilden sich aus den Zellen der Wandschichte heraus. Dieselben strecken sich zunächst in die Länge, werden cylinderähnlich, lassen aber bald eine mittlere Einschnürung erkennen, welche einen rundlichen oder abgeplatteten peripheren Theil (Fusstheil) von einem centralwärts gerichteten kolbigen Theil der Zelle abhebt. An der Oberfläche des letzteren erscheinen nun kleine bucklige Vorwölbungen, welche später zu schmalen, fingerförmigen Fortsätzen auswachsen, während dem sich die mittlere Einschnürung der Zelle zu einem dünnen Halse umwandelt. Der kugelige oder oblonge Zellkern ist in dem Fusstheil der Zelle eingelagert. Bevor noch die lappigen Fortsätze des centralen Theiles der Zelle sich entwickelt haben, erscheinen in demselben, ohne directe Betheiligung des Zellkernes mehrere kleine, glänzende, kernähnliche Gebilde, welche sich durch Hämatoxylin intensiv blau färben. Es sind dies die ersten Anlagen der Köpfe der Samenfäden. Mit dem Auswachsen der lappigen Fortsätze wird auch die Bildung des Mittelstückes und des Schweifes eingeleitet. Beide gehen unmittelbar aus dem Protoplasma der fingerförmigen Fortsätze hervor, indem sie sich allmälig sehr dünn und spitz ausziehen. In dieser Weise bildet ein jeder Spermatoblast etwa 8—10 Samenfäden, welche sich bald von ihrem Mutterboden loslösen und in die Lichtung des Kanälchens gelangen. Indem nun in den verschiedenen Abtheilungen der gewundenen Samenkanälchen die Entwicklung der Samenfäden stets in verschiedenen Phasen sich befindet, erhält man an Durchschnitten derselben die verschiedensten Bilder. *v. Ebner* hat 8 wohl charakterisirte Stadien beschrieben, welche, dem Thätigkeitszustande entsprechend, von der ersten Anlage der Samenfädenköpfe bis zur völligen Entleerung der reifen Samenfäden an jeder Stelle eines gewundenen Samenkanälchens zeitlich aufeinander folgen.

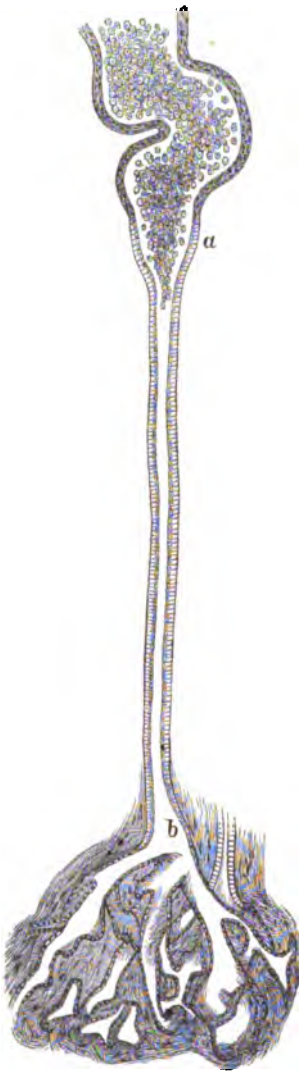
Es ist nun allerdings zu bemerken, dass sowohl in Betreff des

Baues der gewundenen Hodenkanälchen, als wie namentlich in Betreff des Entwicklungsmodus der Samenfäden die Verhältnisse noch nicht ganz klargestellt und daher die Anschauungen der Histologen noch sehr getheilt sind. Abgesehen von der älteren Lehre *Köllikers*, wornach die Entwicklung der Samenfäden durch Auswachsen der Kerne kleinerer und grösserer runder Zellen (*Samencysten*) erfolgen sollte, wird in neuerer Zeit durch *Merkel* die Anschauung vertreten, dass die kugeligen Zellen (die indifferenten Zellen nach *v. Mihalkovics*) der gewundenen Kanälchen sich in Samenfäden umwandeln, während die radiär gestellten Elemente (*Neumann's* Spermatoblasten) nur insoweit an der Genese der Samenfäden sich betheiligen, dass die runden Zellen während ihrer Metamorphose in taschenförmige Ausbuchtungen der radiären Zellen sich einlagern. *Merkel* nennt daher die letzteren *Stützzellen*. *v. Ebner*, welcher zuerst die radiär gestellten Zellen als die Mutterzellen der Samenfäden hingestellt und für sie die Bezeichnung Spermatoblasten eingeführt hatte, war bezüglich derselben keineswegs der Ansicht, wie wir sie unserer Darstellung zu Grunde gelegt haben. Er beschrieb als wesentlichen, geformten Inhalt der gewundenen Samenkanälchen ein Netzwerk von kurzen, verschieden breiten, kernführenden Protoplasmabalken, in dessen Lücken rundliche, grobgranulirte Zellen eingelagert sind. Dieses Netzwerk fand er namentlich in den peripheren Parthien der Kanälchen stark entwickelt, doch in vielen Fällen weit in das Innere hineingreifend. Da nach der Anschauung *v. Ebner's* die Spermatoblasten aus demselben hervorwachsen, legte er ihm die Bezeichnung *Keimnetz* bei. Das was wir oben nach dem Vorgange *E. Neumann's* als Fusstheil der Spermatoblasten bezeichnet haben, ist mit einem Theil des *Ebner'schen* Keimnetzes identisch.

Ueber einen Punkt sind indessen alle neueren Autoren einig, nemlich dass bei der Bildung der Samenfäden dem Protoplasma ein wesentlicher Antheil zukommt, wie dies zuerst *Schweigger-Seidel* und *v. la Valette* ausgesprochen und begründet haben.

Die *geraden Hodenkanälchen* zeigen einen verhältnissmässig sehr einfachen Bau (Fig. 93); sie bestehen aus einer dünnen, wie es scheint, strukturlosen Hüllmembran, deren innere Oberfläche eine einschichtige Lage kurz cylindrischer Zellen trägt. Der Uebergang aus dem gewundenen Kanälchen erfolgt durch eine conische Verschmälerung des letzteren, innerhalb welcher die cylindrischen Zellen an Stelle der den gewundenen Kanälchen eigenthümlichen Drüsenzellen treten.

Fig. 98.



Ein gerades Samenkanälchen aus dem Hoden des Menschen nach v. Mihalkovics.

Bei a geht dasselbe mittelst einer trichterförmigen Verengerung aus dem gewundenen Kanälchen hervor, bei b senkt es sich in das Rete testis ein. (Hämatoxylinfärbung nach Härtung in Alkohol.) (Hartnack IV. Ocul. s.)

Die Kanälchen, welche das *Rete testis* zusammensetzen, sind dadurch ausgezeichnet, dass sie ohne eigene Drüsenmembran in dem als Corpus *Highmori* bezeichneten Bindegewebslager eingegraben sind. Ihre Wandung wird ausschliesslich nur durch eine einfache Lage kleiner, abgeplatteter Zellen hergestellt.

Blutgefässe des Hodens. Die gröberen Verzweigungen der Arteria spermatica interna breiten sich einerseits in dem Corpus *Highmori,* andererseits in der Tunica vasculosa aus und schicken von da zahlreiche, stark geschlängelte, feine Ausläufer in die Septula und zwischen die gewundenen Samenkanälchen hinein. Die letzteren werden von einem ziemlich reichlichen Capillarnetz eng umschlossen, ebenso die Gruppen der Zwischenzellen theils von feinen arteriellen Zweigchen, theils von Capillaren durchzogen. Die in dem interstitiellen Gewebe sich sammelnden Venen verlaufen parallel den arteriellen Gefässchen.

Die Lymphgefässe des Hodens. Man kann, wie an den meisten parenchymatösen Organen, oberflächliche und tiefe Lymphgefässe unterscheiden. Die ersteren bilden in den obersten Schichten der Tunica albuginea ein äusserst reichliches, aus feineren und gröberen Gefässchen zusammengesetztes Netzwerk, welches theils gegen den Nebenhoden hin seine Abflusswege besitzt, theils aber mit den tiefen Lymphgefässen in Zusammenhang steht. Die letzteren sind schon längst durch *His* und *Kölliker,* letzthin wieder durch *R. Gerster* an

Säugethieren, von *C. Langer* an Batrachiern in Gestalt eines geschlossenen, ziemlich dichten, die gewundenen Samenkanälchen umspinnenden Capillarnetzes nachgewiesen worden. Von manchen Seiten werden übrigens trotzdem die Spaltenräume des interstitiellen Bindegewebes für die offenen Anfänge der Lymphgefässe angesehen.

Ueber das Verhalten der *Nerven* im Inneren des Hodens fehlen nähere Beobachtungen.

3) Die ableitenden Samenwege.

Der Nebenhoden (*Epididymis*). Aus dem Rete testis nehmen die *Vasa efferentia testis* (*Vasa Graafiana*) ihren Ursprung; sie stellen durch dichte Verknäuelung die bekannten *Coni vasculosi Halleri* her und senken sich der Reihe nach in das einfache, aber vielfach verschlungene *Vas epididymidis* ein. Ueber den feineren Bau dieser Gebilde ist folgendes zu bemerken.

Die Wandungen der *Vasa efferentia* lassen drei Schichten erkennen: das Epithel, eine Membrana propria und nach aussen eine Lage von glatten Muskelfasern. Das Epithel wird durch eine einschichtige Lage sehr langgestreckter Cylinderzellen gebildet, welche an ihrer freien Oberfläche mit Flimmerhaaren besetzt und mit ihrem peripheren Ende in eine dünne Spitze ausgezogen sind. Zwischen den Basalenden derselben sind reichliche, rundliche oder kolbenförmige Zellen eingefügt. Die Membrana propria ist ziemlich dünn und erscheint an Querschnitten leicht gestreift. Die Muskellage besteht ausschliesslich aus circulär geordneten, in mehreren Schichten übereinander liegenden glatten Elementen.

Das *Vas epididymidis* unterscheidet sich in seinem Bau nur dadurch, dass die Wandung, namentlich die Muskelschichte, gegen den Schweif des Nebenhodens hin allmälig an Dicke zunimmt, und dass überdies noch eine dünne, äussere Schichte längslaufender Muskelfasern hinzutritt. Nahe seinem Uebergang in das Vas deferens verliert das Epithelium den Flimmerbesatz, ohne dass sich im Uebrigen dessen Form wesentlich ändert.

Der *Samenleiter* (*Vas deferens*) ist durch besondere Mächtigkeit seiner Wandungen im Vergleich zu anderen Ausführungsgängen ausgezeichnet. Man kann an ihm eine Schleimhaut, eine Muskelhaut und eine äussere Faserhaut unterscheiden. Die erstere besteht aus fein-

faserigem, zellenreichem Bindegewebe, und lässt deutlich eine Grenze zwischen Tunica propria und Submucosa erkennen. Letztere ist besonders reich an elastischen Fasern. Das Epithel zeigt genau den Charakter wie im Nebenhoden, nur fehlt der Flimmerbesatz. Nach *Langerhans* ist seine freie Fläche im kindlichen Alter mit einem Cuticularsaum bedeckt, welcher an Erwachsenen nicht mehr nachweisbar ist. Die auffallend kräftige Muskelhaut zerfällt in eine innere, dickere Schichte mit circulären und in eine äussere mit longitudinalverlaufenden, glatten Muskelfasern. Am Anfangstheil des Vas deferens kommt ausserdem noch eine schwache innerste, longitudinale Faserschichte vor. Zwischen den Bündeln der letzteren sind feine elastische Fasernetze nachweisbar. Die äussere Faserhaut besteht aus lockerem, gewöhnlich reich mit Fettzellen durchsetztem Bindegewebe, in welchem zerstreute, gröbere und feinere Bündel längslaufender, glatter Muskelfasern (Cremaster internus), sowie zahlreiche Ausbreitungen von Gefässen und Nerven eingelagert sind.

In der *Ampulle* des Vas deferens nimmt die Mächtigkeit der Wandungen erheblich ab, die Schleimhaut erscheint in mehrfache, steile Falten gelegt und mit verzweigten Drüsenschläuchen besetzt, deren unteres Ende häufig kugelförmig aufgequollen ist, und an einzelnen Stellen bis in die Muskelschichte hineinragt. Die charakteristische Beschaffenheit der in ihnen enthaltenen Zellen — sie sind theils cubisch, theils kurz cylindrisch — rechtfertigt es wohl, diese Bildungen mit *Gerlach* und *Henle* als wahre Drüsenformationen anzusehen, gegenüber der Darstellung anderer Autoren, welche sie als verzweigte Ausbuchtungen der Schleimhaut hinstellen. Das Epithel gleicht völlig dem des Vas deferens, nur sind die centralen Theile der cylindrischen Zellen mit reichlichen braunen Pigmentkörnchen besetzt, daher die gelbbraune Farbe der Schleimhaut. Die Muskelschichte besteht aus drei Lagen, von denen die mittlere aus circulär verlaufenden, die innere und äussere aus longitudinalen Fasern zusammengesetzt ist.

Einen völlig entsprechenden Bau besitzen die *Samenblasen* (*Vesiculae seminales*). Es ist bezüglich derselben nur eines Befundes besonders zu erwähnen, von welchem *Langerhans* Mittheilung gemacht hat. Nach ihm finden sich zwischen den cylindrischen Zellen des Epithels vereinzelt eingestreute grössere, breitere Zellen mit auffallend grossem Kern; sie sind sowohl bei Kindern als auch bei Erwachsenen und ebenso, wenn auch viel spärlicher, im Vas deferens nachweis-

bar. *Langerhans* stellt sie den Primordialeiern des Keimepithels an die Seite.

An den dünnwandigen *Ductus ejaculatorii* ist eine in Längsfalten gelegte, mit cylindrischem Epithel versehene Schleimhaut und eine innere, längslaufende und eine äussere, quere Muskelschichte zu unterscheiden. Gegen ihre Ausmündung hin wird das einschichtige Epithel durch ein geschichtetes Uebergangsepithel ersetzt, die Muskulatur verschwindet und an ihre Stelle tritt ein weites venöses Netzwerk (Schwellnetz).

Die Ausbreitung der *Blutgefässe* in den ableitenden Samenwegen ist im Allgemeinen eine ziemlich reichliche. Im Nebenhoden verlaufen durch das Zwischengewebe der Kanälchen zahlreiche Zweigchen der Arteria spermatica interna und Art. deferentialis und dringen mit ihren Ramificationen in die Wandungen der Kanälchen ein, wo sie theils in der Muskulatur sich ausbreiten, theils aber dicht unter dem Epithel ein wohl ausgebildetes Capillarnetz erzeugen. Ebenso finden sich im Bereiche des Vas deferens und der Samenblasen gesonderte Gefässnetze für die Schleimhaut und für die Muskulatur.

Die *Nerven* bilden an der Aussenwand des Vas deferens und der Samenblasen ziemlich reichliche Plexus, zumeist aus markhaltigen Fasern bestehend, zwischen denen einzelne oder gruppenweise angehäufte Ganglienzellen vorkommen. Ihr Verhalten in den Wandungen selbst ist nicht näher bekannt.

Als *Reste embryonaler Bildungen* finden sich im Bereiche der männlichen Geschlechtsdrüse und ihrer ableitenden Wege:

Die *Paradidymis* (*Organ von Giraldès*); sie ist in der Nähe der Gefässpforte des Hodens, zwischen den Blutgefässen des Samenstranges, in Gestalt einzelner oder mehrfacher, gelblichweisser Klümpchen zu finden. Ein jedes derselben wird aus einem gewundenen, beiderseits blind, wohl auch mit unregelmässigen Ausbuchtungen endigenden Kanälchen gebildet. Dasselbe ist mit einer Lage flimmernder Cylinderzellen ausgekleidet (*Roth*) und enthält eine klare, farblose Flüssigkeit. Die Paradidymis ist ein Rest des Urnierentheiles des *Wolff'schen* Körpers, und dem Paroophoron des Weibes homolog.

Das *Vas aberrans Halleri des Nebenhodens* gleicht in seinem Bau dem Vas epididymidis und ist als ein Kanälchen des Sexual-

theiles des *Wolff'schen* Körpers zu betrachten, welches den Anschluss an den Hoden verfehlt hat. *M. Roth* beschreibt neuerdings als inconstante, jedoch nicht selten vorkommende Bildung eine andere Art abirrender Kanälchen, welche aus dem Rete testis entspringen, an die mediale Seite des Nebenhodens sich anschliessen und mit kolbenförmiger Anschwellung blind endigen. Sie sind nichts Anderes, als Vasa efferentia testis, welche sich von dem Vas epididymidis abgeschnürt haben; sie stimmen auch in ihrem Bau mit diesem überein. *Roth* nennt sie *Vasa aberrantia testis.*

Die ungestielte (Morgagni'sche) Hydatide sitzt in Gestalt eines kolbenförmigen Läppchens der vorderen Fläche des Hodens, knapp an der Grenze des Nebenhodenkopfes auf. Sie ist ein solides Gebilde, aus gefässreichem Bindegewebe zusammengesetzt und an der Oberfläche mit flimmerndem Cylinderepithel bekleidet. Von dem letzteren aus dringen schlauchförmige Einstülpungen in das Innere der Läppchen (*Fleischl*). Im Stiele des Kolbens findet sich ein mit Cylinderepithel ausgekleideter Kanal, der mit blindem Ende sich manchmal bis in die Albuginea des Hodens hinein erstreckt. Nach früheren Untersuchungen (*Luschka*) soll die Hydatide manchmal mit den Kanälchen des Nebenhodens in Zusammenhang stehen und einen mit Samenflüssigkeit erfüllten Hohlraum einschliessen. Ueber ihre Bedeutung herrscht noch nicht völlige Klarheit. *Waldeyer* erklärt sie neuerdings als ein Homologon des Trichters der Tuba Fallopiae und den erwähnten Kanal als einen Theil der Tube. (Vergl. Seite 465.)

Die gestielte Hydatide ist kein constantes Vorkommniss. Sie erscheint als ein hirsekorngrosses, kugeliges Bläschen, welches mittelst eines oft mehrere Millimeter langen Stieles an den Kopf des Nebenhodens angeheftet ist. Es enthält klare Flüssigkeit und, wie es scheint, eine Auskleidung aus cubischen Zellen. Ueber ihre Bedeutung vergl. Seite 465.

4) Anhangsdrüsen des männlichen Geschlechtsapparates.

Die Glandula prostatica. Unter diesem Namen möge nach *Henle's* Vorgang der in compacter Masse beisammen gelegene, drüsige Antheil der Prostata beschrieben werden. Die Glandula prostatica umgibt ringförmig den Anfangstheil der Harnröhre, jedoch ist

sie an der hinteren und auch an der seitlichen Circumferenz der letzteren bei Weitem mächtiger entwickelt als vorne, ja es findet sich nicht selten, dass der Ring vor der Harnröhre gar nicht geschlossen ist und die Drüsensubstanz schon an dem seitlichen Umfang der ersteren ihre Grenze hat. Mit Bezug auf ihren feineren Bau weicht die Glandula prostatica in verschiedenen Punkten von den meisten anderen Drüsen nicht unwesentlich ab und zwar: durch die Gestaltung der Drüsenformationen, durch die Beschaffenheit und Anordnung der Drüsenzellen und endlich durch den reichen Gehalt ihres interstitiellen Gewebes an muskulösen Elementen.

Von vielen Autoren wird die Glandula prostatica als eine acinöse, von ebenso vielen anderen als eine schlauchförmige Drüse bezeichnet. Das Thatsächliche ist Folgendes: die primären Drüsenformationen sind langgestreckte, dendritisch ramificirte, mit der Verzweigung im queren Durchmesser allmälig abnehmende Gänge, deren letzten Ausläufer mit kolbigen Auftreibungen endigen. Verhält sich so das Gerüste der Drüsengänge genau, wie bei dem acinösen Typus, so sind doch die kolbigen Auftreibungen (Acini) ganz unverhältnissmässig spärlicher als in allen anderen Drüsen dieser Form, selten scharf von den Endästchen der Gänge abgesetzt und häufig nicht einmal deutlich ausgeprägt. Es tritt somit, abweichend von allen acinösen Drüsen, das Gangsystem gegenüber den endständigen Erweiterungen viel auffallender in die Erscheinung, und es entsteht vielfach eine gewisse Aehnlichkeit mit den Formationen der noch nicht ausgebildeten Brustdrüse jugendlicher Mädchen. Von den Drüsengängen der Glandula prostatica sammelt sich eine grössere Anzahl zu zwei stärkeren, am Colliculus seminalis ausmündenden Gängen, während jederseits von demselben noch etwa 10—12 kleinere Sammelgänge sich in die Harnröhre öffnen.

In Betreff der *Drüsenzellen* der Glandula prostatica haben neuere Untersuchungen von *Langerhans* interessante Aufschlüsse gebracht. Nach ihm sind sie zu zwei Schichten geordnet, von denen die oberflächliche ausschliesslich lange, kegelförmige, granulirte Zellen, mit nach aussen gewendeter Spitze enthält, während die tiefere Schichte aus kleinen, rundlichen oder abgeplatteten Zellen zusammengesetzt ist. Ich habe mich in einem Falle von diesem Verhalten sicher überzeugen können, während an drei anderen, ziemlich frisch zur Untersuchung verwendeten Objekten die tiefe Zellenlage nicht

nachweisbar war, sondern nur eine einfache Schichte cylindrischer Zellen vorhanden schien. Sollte nun auch der von *Langerhans* geschilderte Befund nicht constant sein, so ist er doch als eine bei anderen Drüsen nicht vorkommende Erscheinung sehr beachtenswerth. Bei Kindern sind nach *Langerhans* die Zellen der oberflächlichen Schichte bedeutend kürzer als beim Erwachsenen und mit völlig homogenem Zellleib versehen. Die zellige Auskleidung der grösseren Sammelgänge zeigt eine ähnliche Beschaffenheit wie das Uebergangsepithel der Harnröhre.

Das *Zwischengewebe* der Glandula prostatica, sowie auch ihre äussere Umhüllung, ist sehr fest und derb und besteht nur zum geringeren Theile aus einem zellenreichen Bindegewebe, zum grösseren Theile aus feinen, elastischen Fasernetzen und Bündeln glatter Muskulatur. Es ist im Verhältniss zu den Drüsenformationen sehr reichlich vertreten. Die Eigenthümlichkeiten der letzteren und die Beschaffenheit des Zwischengewebes bringen es mit sich, dass eine Abgrenzung von Drüsenläppchen äusserlich durchaus nicht zu erkennen ist. Es ist vielleicht die Annahme gestattet, dass die grosse Festigkeit des Zwischengewebes ein Hinderniss für die reichere Entwicklung der peripheren Theile der Drüsenformationen abgibt, so dass die Glandula prostatica als eine acinöse Drüse angesehen werden darf, deren Acini normaler Weise nur in spärlicher Zahl zur Ausbildung gelangen. So wie oben die Aehnlichkeit der prostatischen Drüsenformationen mit denen der unentwickelten Milchdrüse betont worden ist, so kann auch mit Bezug auf die physikalischen Eigenschaften des Zwischengewebes eine auffallende Uebereinstimmung constatirt werden; und es scheint ganz besonders für die vorgebrachte Ansicht zu sprechen, dass die volle Ausbildung der Milchdrüse zur Zeit der Schwangerschaft typisch mit einer nachweisbaren Auflockerung und gänzlichen Umordnung des Zwischengewebes einhergeht. — Die Muskelfaserbündel durchziehen nach allen Richtungen hin die Zwischenräume der Drüsenformationen und ordnen sich an der Oberfläche der Drüse, vermengt mit Bündeln quergestreifter Fasern, zu mehrfach geschichteten, von Bindegewebe durchsetzten Lamellen. Indem die letzteren sich zum grösseren Theile von der seitlichen Circumferenz der Drüse her auf den Sphincter vesicae externus und internus herüberschlagen, so stellen sie für alle diese Gebilde eine gemeinschaftliche Hülle her, d. i. die äussere Kapsel der *Prostata;* der sogen. muskulöse Theil der letzteren ist somit

nichts anderes, als eben die beiden Sphincteren der Harnblase (vergl. Seite 455 und 458.)

Die Blutgefässausbreitung in der Glandula prostatica bietet nichts bemerkenswerthes. Ueber Lymphgefässe und Nerven ist nichts näheres bekannt.

Die Cowper'schen Drüsen. Sie sind nach dem acinösen Typus gebaut. Ihr Gangsystem ist durch auffallende, buchtige Erweiterungen in den gröberen Ramificationen ausgezeichnet, etwa ähnlich, wie dies in geringerem Maasse auch an den Schleimdrüschen der Mundhöhle vorzukommen pflegt. Die Drüsenacini besitzen eine beträchtliche Grösse und ziemlich weites Lumen. Die Drüsenzellen gleichen nach Form und Beschaffenheit völlig den Schleimzellen (Seite 391) anderer Schleimdrüsen. Zwischen den primären Drüsenläppchen ist in vielen Fällen, namentlich bei älteren Personen, reichliches Bindegewebe angesammelt und ausserdem ziehen zwischen denselben quergestreifte Muskelfaserbündel (dem Diaphragma urogenitale angehörend) in wechselnder Zahl hindurch; aus diesem Grunde zerfällt mitunter die Drüse in eine Anzahl kleiner, ziemlich weit von einander gelegener Läppchen. Darin und in dem Mangel einer deutlich ausgebildeten, gemeinschaftlichen Umhüllungsmembran ist es, wie ich mich überzeugt habe, gelegen, dass es bei einzelnen Individuen nicht gelingt, die *Cowper'schen* Drüsen als einen geschlossenen Körper mit dem Messer frei zu präpariren. Die grösseren Drüsengänge und die langen Ausführungsgänge der *Cowper'schen* Drüsen tragen, wie *Langerhans* richtig bemerkt, eine Auskleidung von cubischen Zellen in zwei bis drei Schichten.

5) Die Corpora cavernosa des Penis und der Urethra.

Es ist bereits auf Seite 260 der allgemeine Charakter der Schwellkörper bezeichnet worden. Hier erübrigt noch, Einiges über den Bau des Balkengewebes und über die Anordnung der Blutwege beizubringen.

Das *bindegewebige Gerüste* der Corpora cavernosa, dessen Anordnung im Allgemeinen Gegenstand der beschreibenden Anatomie ist, besteht der grösseren Masse nach aus feinen, aber sehr fest aneinander gefügten Bindegewebsfibrillen mit nur spärlich eingestreuten

elastischen Fasernetzen. Die ersteren verlaufen der überwiegenden Mehrzahl nach der Oberfläche der Balken und Blätter parallel. Ziemlich reichlich ist der Gehalt des cavernösen Gewebes an glatten Muskelfasern. Dieselben sind zu dünnen, drehrunden Bündeln geordnet und durchziehen theils vereinzelt die stärkeren Bindegewebsbalken, theils gruppiren sie sich in grösserer Zahl um die Ramificationen der Arterien und begleiten dieselben in ihrem ganzen Verlaufe. Die der Blutbahn zugewendeten, freien Flächen des gesammten Balkengerüstes sind mit einer einfachen Lage von Endothelzellen, deren Nachweis durch Silberinpregnation nicht schwer gelingt, überkleidet.

In Betreff der Anordnung der *Blutbahnen*, deren genauere Kenntniss wir vornehmlich den Untersuchungen *Langer's* verdanken, ist zunächst hervorzuheben, dass das ganze blutführende Lückensystem der Schwellkörper einem äusserst dichten Geflechte weiter, dünnwandiger Venen gleichzustellen ist, dessen Zusammenhang mit den Arterien und den ableitenden Venen in verschiedener Weise zu Stande kommt.

Das Corpus cavernosum penis wird bekanntlich von mehreren Arterien gespeist, welche in der Regel sämmtlich Zweige der *Art. pudenda communis* sind. Die stärkste derselben ist die paarige *Arteria profunda penis,* welche an der Stelle, wo die beiden Schenkel des Schwellkörpers zusammenfliessen, in sie eintritt und der Länge nach in denselben nach vorne zieht. Ausserdem erhalten die Crura penis besondere kleine Arterien (*Art. cruris penis*) aus dem Stamme der Pudenda communis, und der vereinigte Schwellkörper eine Anzahl *Rami perforantes* aus der *Arteria dorsalis penis.* Alle diese Arterien, durch besonders starke Entwicklung ihrer Muskulatur ausgezeichnet, senden ihre Verzweigungen in verschiedenen Richtungen durch das Balkensystem aus und stehen durch dieselben gegenseitig in ausgiebiger Communication. Schliesslich übergehen sie zum Theile in wahre Capillaren, zum Theile aber ergiessen sich kleine arterielle Zweigchen direct in die cavernösen Venenräume. Capillare Ausbreitungen finden sich zunächst in Gestalt eines dichten Netzes entlang der ganzen Oberfläche des Schwellkörpers, unmittelbar unter der Tunica albuginea und neben der mittleren Scheidewand (*feineres Rindennetz, Langer*), ausserdem aber in Form von weitmaschigen Netzen allenthalben in den Balken und Blättern des cavernösen Gewebes (*Vasa vasorum, J. Müller*). Während es für die letzteren nicht völlig sichergestellt ist, ob sie in die cavernösen Venenräume

übergehen, ist das feinere Rindennetz die hauptsächlichste Quelle, aus welcher dieselben mit Blut versehen werden. Es sind jedoch nicht die centralen, grossen Räume der Schwellkörper, welche unmittelbar mit dem feinen Rindennetze in Zusammenhang stehen; dieser wird vielmehr vermittelt durch das *gröbere Rindennetz Langer's* d. i. ein in doppelter Schichte ausgebreitetes, dichtes, rundmaschiges Netzwerk von etwa 300 μ weiten venösen Gefässen, welches allerwärts unter dem feineren Rindennetze die oberflächlichen Parthien der Schwellkörper einnimmt. In dieses öffnen sich auch, der grössten Zahl nach, jene feinen Arterienzweige, welche, wie oben erwähnt, nicht in Capillaren übergehen. Es ist hier auch der sogen. *Arteriae helicinae* (*J. Müller*), über deren Bedeutung die Ansichten sehr getheilt sind, Erwähnung zu thun.

Es sind dies im Mittel 0·5—1 Mm. lange und 0·2 Mm. breite Arterienästchen, welche, in einer starken bindegewebigen Hülle eingeschlossen, meist hornartig oder rankenförmig (daher der Name *Rankenarterien*) gekrümmt sind, mit kolbigen Auftreibungen enden und an der Seite mit mehrfachen divertikelartigen Anhängen versehen sind. Sie kommen fast ausschliesslich in den hintersten Abschnitten des Corpus cavernosum penis, in der Nähe der grossen Arterienzweige, entweder vereinzelt oder zu Büscheln gruppirt, vor und ragen frei in die grossen cavernösen Räume hinein. Nach einer Anschauung (*J. Müller, Stilling*) sollten sie an ihrem blinden Ende eine feine Oeffnung besitzen, welche sich während der Erection erweitere, nach einer anderen (*Kölliker, Henle*) sollen von ihrer kolbigen Anschwellung aus feinste, arterielle oder capillare Zweigchen ausgehen. Dem gegenüber haben *Valentin* und *Langer* gefunden, dass die Arteriae helicinae nichts anderes sind, als Arterienzweigchen, welche in dünnen Bindegewebssträngen eingelagert verlaufen und bei collabirtem Gliede sammt den letzteren schlingenförmig abgebogen sind; das scheinbare blinde Ende ist somit nichts anderes als der Scheitel der Schlinge. Dafür spricht besonders die Mittheilung *Langer's,* dass es ihm gelungen ist, diese Schlingen auszustrecken und den Verlauf des Arterienzweigchens weiter zu verfolgen, sowie, dass die Arteriae helicinae vorzüglich nur innerhalb wenig ausgespannter oder ganz collabirter Theile des Schwellkörpers gefunden werden.

Die rückleitenden *Venen* der Schwellkörper sammeln sich reihenweise an der oberen und unteren Fläche des Penis. Die oberen ergiessen sich, nachdem sie die Albuginea, gewöhnlich in der Nähe

des Septum, durchbrochen haben, direct in die Vena dorsalis penis; die unteren treten seitlich an der Urethralfurche durch die Albuginea und fliessen zu stärkeren Stämmchen zusammen, welche die Seitenfläche des Penis umgreifen, um ebenfalls zur Vena dorsalis zu gelangen. Während die oberen Venen zumeist aus dem gröberen Rindennetze sich sammeln, sind die Wurzeln der unteren in den centralen grossen Räumen zu suchen, ein Umstand, der für den Vorgang der Erection von Wichtigkeit ist, insoferne als die kleinsten Stämmchen der letzteren Venen sämmtlich durch das Rindennetz hindurchziehen müssen. Die sogen. *Venae profundae*, welche aus den Crura penis hervortreten, sind den unteren Schwellkörpervenen gleich und gewissermassen als die hintersten ihrer Reihe zu betrachten.

Nicht unwichtig ist noch, auf einen Punkt aufmerksam zu machen, welcher die Beschaffenheit der ableitenden Venen der äusseren Geschlechtsorgane betrifft. Dieselben besitzen keineswegs eine glatte innere Oberfläche, sondern es finden sich an ihrer Wand zahlreiche, leistenartige Erhabenheiten, welche sich mehrfach verästigen und eine grosse Zahl kleiner, grubiger Vertiefungen zwischen sich fassen. *C. Langer*, welcher dieses Verhältniss genauer untersucht hat, vergleicht die innere Oberfläche dieser Venen mit der einer Schlangenlunge. Ausserdem kommen vielfach dünne, verzweigte Trabekel, frei durch die Lichtung der Vene hinziehend, vor, ähnlich wie in dem Sinus cavernosus der harten Hirnhaut. Dieses Verhältniss beobachtet man constant in dem ganzen Bereich des *Plexus Santorini*, es verschwindet aber da, wo sich die Geschlechtsvenen mit denen anderer Organe verbinden (an der Vena pudenda communis, wo sie durch das Foramen ischiadicum minus zieht, an dem Geflecht der Harnblase). Nach *Langer* besteht dieses ganze Trabekel- und Leistensystem vorwiegend aus glatten Muskelfasern.

An *dem Corpus cavernosum urethrae* ist ein centraler und ein peripherer Antheil zu unterscheiden. Der letztere ist der eigentliche Schwellkörper, während der erstere, ganz gleichmässig um die Wandung der Harnröhre herumgelagert, nichts anderes darstellt, als das reichlich entwickelte Venennetz der Submucosa der Harnröhrenschleimhaut (siehe oben Seite 458), und sich dem entsprechend auch auf die Pars membranacea und prostatica urethrae fortsetzt. Der periphere Antheil des Corpus cavernosum urethrae zeigt im Allgemeinen ähnliche Verhältnisse wie das Corpus cavernosum penis;

das Rindennetz ist vorzüglich an der unteren Circumferenz entwickelt. Ein wesentlicher Unterschied scheint indessen darin zu bestehen, dass im Bereiche des Schaftes sämmtliche Arterien in Capillaren übergehen und erst von diesen aus die Schwellräume gefüllt werden; nur im Bulbus urethrae kommt nebstbei ein directer Uebergang kleiner Arterienzweige in die cavernösen Räume vor. Die Wurzeln der Venen sammeln sich an der oberen Circumferenz des Schaftes, und zwar am reichlichsten nahe der Eichel, und fliessen mit den unteren Venen der Corpora cavernosa penis zu gemeinschaftlichen Stämmchen zusammen. Aus dem Bulbus urethrae treten besondere Venae efferentes hervor, welche sich den Venae profundae des Penis analog verhalten.

Der Schwellkörper der *Eichel* besteht aus vielfach gewundenen und reichlich anastomosirenden Venen, zwischen welchen das bindegewebige Balkennetz auffallend stark entwickelt ist. Dasselbe ist der Träger der feinsten arteriellen Gefässramificationen und eines aus diesen hervorgehenden Capillarsystemes, welches allerwärts zwischen den venösen Räumen hindurchzieht. Die besonders starke Entfaltung des letzteren bildet die hervorstechendste Eigenthümlichkeit der Eichel. Directe Uebergänge von Arterien und Venen kommen hier niemals vor. Bemerkenswerth ist ausserdem der unmittelbare Zusammenhang der tiefen Capillarnetze mit dem, welches der Haut der Eichel angehört und seine Schlingen in die Papillen derselben hinein sendet.

B. Die weiblichen Geschlechtswerkzeuge.

1) Das weibliche Geschlechtsproduct (das Ei).

Im völlig reifen Zustande erscheint das menschliche Ei als ein kugeliges, etwa 200 μ im Durchmesser haltendes, bläschenartiges Gebilde. Die membranöse Hülle des Bläschens zeigt sich bei Untersuchung mit starken Vergrösserungen als ein verhältnissmässig breiter, heller Saum (daher ihr Name: *Zona pellucida*), der eine äusserst zarte, radiäre Streifung erkennen lässt. Man hält die letztere für den Ausdruck feinster, die ganze Membran durchsetzender Porenkanälchen. Der Inhalt des Bläschens (*der Dotter*) ist eine farblose

Flüssigkeit, in welcher zahlreiche, feinste Körnchen suspendirt sind. Nebst diesen findet man stets noch eine Anzahl etwas grösserer, heller, stärker lichtbrechender Kügelchen durch den ganzen Dotter ziemlich gleichmässig vertheilt. Einen wesentlichen Theil des Eiinhaltes bildet das *Keimbläschen* (*Purkinje'sches Bläschen, vesicula germinativa*). Dasselbe ist stets excentrisch gelagert, von kugeliger Gestalt, 45 μ mittlerem Durchmesser und von einer zarten, homogenen Hülle umschlossen. Es enthält nebst einer klaren Flüssigkeit noch ein kleines, rundes, opakes Körperchen — den *Keimfleck* (*Macula germinativa*).

An den reifen Eiern der Säugethiere, welche, abgesehen von den Grössenverhältnissen, den menschlichen völlig gleichen, hat man ausserdem noch manche interessante Details kennen gelernt. So wird von manchen Autoren, und neuerdings wieder von *van Beneden*, neben der Zona pellucida noch eine zweite, unmittelbar unter dieser gelegene, äusserst zarte Hüllmembran des Eies (*Dotterhaut*) beschrieben. In der Zona pellucida selbst wurde bei Kaninchen (*Barry*), Katzen (*Pflüger*) und bei der Kuh (*van Beneden*) ausser den feinen Porenkanälchen noch eine etwas grössere, die ganze Dicke derselben durchbohrende Oeffnung nachgewiesen (*Mikropyle*), welche als Eintrittspforte für die Samenfäden bei der Befruchtung angesehen wird. An Fischeiern ist die Mikropyle sehr leicht als ein trichterförmiger Kanal zur Ansicht zu bekommen, in dessen Umgebung die Eihaut häufig eigenthümliche Zeichnungen erkennen lässt.

Ueber die Bedeutung der einzelnen Bestandtheile des Eies ist man noch nicht völlig im Klaren. Sicher ist, dass dem Ei von Anfang seiner Bildung her der Charakter einer Zelle zukommt, dass der Dotter als ein modificirtes Protoplasma, das Keimbläschen als Zellkern und der Keimfleck als Kernkörperchen anzusehen ist. Die Zona pellucida, früher als Zellmembran gedeutet, wird derzeit von den Meisten als eine secundäre, von der Umgebung des Eies herstammende (cuticulare) Bildung angesehen. Bestätiget sich das allgemeine Vorkommen einer Dotterhaut bei Säugethiereiern, so müsste dieselbe als eigentliche Zellmembran angesehen werden.

An Eiern, welche man künstlich aus reifen Eierstocksfollikeln entleert hat, oder welche man, auf natürlichem Wege ausgestossen, unter günstigen Verhältnissen im Eileiter vorfindet, beobachtet man stets, der Zona pellucida ringsum anhaftend, eine oder mehrere Reihen kurzcylindrischer Zellen, welche aus dem Ovarialfollikel herstammen und eine accessorische Umhüllung des Eies herstellen (*Zona radiata*).

2) Die weiblichen Geschlechtsdrüsen.

Der *Eierstock* (*Ovarium, Oophoron*) ist eine Drüse, deren primäre Formationen im ausgebildeten Zustande in Gestalt von geschlossenen, kugeligen Blasen (*Eierstocksfollikel*) auftreten, denen somit ein präformirter, unmittelbarer Zusammenhang mit dem gemeinschaftlichen Ausführungsgange (dem Eileiter) mangelt. Auch in anderer Beziehung unterscheidet sich der Eierstock von der männlichen Geschlechtsdrüse sehr wesentlich, insoferne nemlich das weibliche Geschlechtsproduct, das Ei, in den geschlossenen Drüsenformationen nicht erst gebildet wird, sondern von vorneherein in ihnen enthalten ist. Die eigentliche Aufgabe der Eierstocksfollikel ist daher nur mehr die weitere Ausbildung und Reifung des Eies und die Einleitung zur Ausstossung desselben. Mit der Erfüllung dieser Aufgabe wird zugleich die Existenz des einzelnen Eierstocksfollikels vernichtet, ein Rest von ihm (*das Corpus luteum*) bleibt noch durch einige Zeit erhalten, verschwindet aber dann ebenfalls. — Eine hervorragende Bedeutung nimmt wegen seiner genetischen Beziehungen zu den Eierstocksfollikeln das Epithelialstratum ein, welches die ganze Oberfläche des Eierstockes überzieht (*Keimepithel — Waldeyer*).

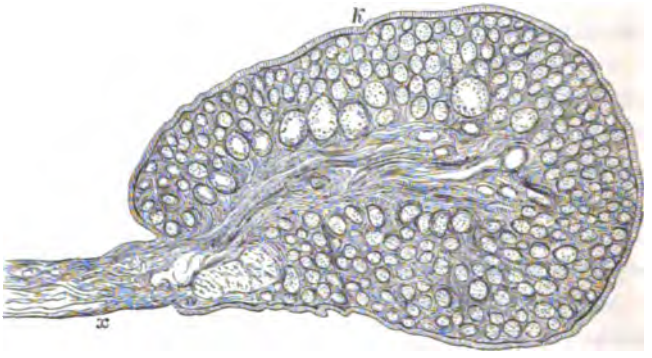
Als Träger der erwähnten Bildungen, sowie der Gefässe und Nerven, kommt endlich noch das bindegewebige Gerüste (*Stroma*) in Betracht.

Mit Bezug auf die Anordnung der Theile im Eierstock unterscheidet man eine *Marksubstanz* (*Gefässschichte, Waldeyer*) und eine *Rindensubstanz* (*Parenchymschichte, Waldeyer*). Die erstere besteht aus einer stärkeren Anhäufung von Bindegewebe, welche die centralen Parthien des Organes einnimmt und die gröberen Gefäss- und Nervenramificationen enthält. Die Rindensubstanz ist hingegen der ausschliessliche Sitz der typischen Drüsenformationen (Fig. 94).

Das bindegewebige Gerüste des Eierstockes (*Stroma*) muss als eine über das ganze Organ verbreitete, einheitliche Formation aufgefasst werden, wenngleich in verschiedenen Bezirken sich etwas differente Verhältnisse in der Anordnung und in der Struktur geltend machen. Es bildet in der Marksubstanz eine ausgebreitete, zusammenhängende Masse, in welche das Gewebe des Ligamentum ovarii und das durch den Hilus eindringende Bindegewebe des Ligamentum latum unmittelbar übergeht. Man kann an der Marksubstanz eine mittlere, lockerer

gewebte Parthie (*Hilusstroma*) unterscheiden, welche die ersten Ausbreitungen der grösseren Gefässe enthält, und einen der Rindenschichte zugewendeten Antheil, der durch festere Fügung und dichte, feinere Gefässramificationen ausgezeichnet ist. In geweblicher Hinsicht steht das Bindegewebe der Marksubstanz dem Interstitialgewebe anderer parenchymatöser Organe nahe; es enthält starke, in schiefen Winkeln sich überkreuzende Bindegewebsbündel mit platten, zelligen Elementen und ziemlich reichlichen elastischen Fasernetzen. Ausserdem sind Züge von glatten Muskelfasern, insbesondere dem Verlauf der Blutgefässe entlang, nachgewiesen worden. — Von dem Bindegewebslager der Marksubstanz strahlen nach allen Richtungen hin

Fig. 94.



Durchschnitt durch den Eierstock eines sechs Wochen alten Kaninchens. Bei x der Querschnitt des breiten Mutterbandes, und in demselben, unmittelbar an dem Hilus Ovarii eine dem Venenplexus entsprechende Lücke. k Keimepithel. In der Rindensubstanz zahlreiche kleine und einzelne, etwas grössere Follikel. (Hartnack, Object. II. Ocul. 2.)

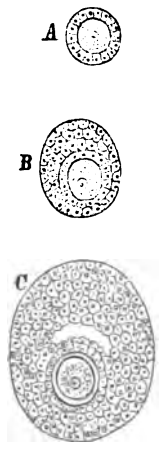
Fortsetzungen in die Rindensubstanz aus, welche sich zwischen den Drüsenformationen hinziehen und in der unmittelbaren Umgebung der letzteren sich zu wahren Kapseln gestalten können (siehe unten). An der Oberfläche des Organes d. h. unter dem Epithel desselben verdichtet sich bei erwachsenen (geschlechtsreifen) Personen das Rindenstroma zu einer fortlaufenden Bindegewebslage (*Tunica albuginea*), welche aus zwei oder mehreren, durch entgegengesetzte Verlaufsrichtung der Bindegewebsbündel scharf von einander sich abhebenden Schichten zusammengesetzt wird. Es muss besonders betont werden, dass, wie zuerst *Waldeyer* beobachtet hat, bei Kindern und noch ganz jungen Thieren eine Albuginea nicht existirt, indem

die Drüsenformationen bis unmittelbar an das Epithelstratum heranreichen, und dass auch bei erwachsenen Individuen ein inniger Zusammenhang derselben mit dem interfollikularen Stroma allenthalben besteht. Mit Rücksicht auf seinen feineren Bau ist das Rindenstroma durch einen ganz ausserordentlichen Reichthum an spindelförmigen und sternförmigen Zellen ausgezeichnet, denen gegenüber die feinen Bindegewebsbündel und die spärlichen elastischen Elemente an Masse bedeutend zurücktreten. Nur in der Tunica albuginea macht sich die fibrilläre Textur auffälliger geltend. Ob sich glatte Muskelfasern in nennenswerther Menge an dem Aufbau des Rindenstromas betheiligen, ist noch immer Gegenstand der Controverse. Jedenfalls stehen den positiven Angaben mehrerer Autoren schwerwiegende Bedenken entgegen.

Das Epithel des Eierstockes. Bis vor wenigen Jahren herrschte die allgemein verbreitete Annahme, dass das Bauchfell von dem breiten Mutterbande her sich auf den Eierstock herüberschlage und einen vollständigen Ueberzug für denselben herstelle. Erst durch *Waldeyer's* Untersuchungen wurde der Nachweis geliefert, dass in der That das Bauchfell sich mit keinem seiner Gewebsbestandtheile auf die Oberfläche unseres Organes hin erstreckt, sondern in der Gegend des Hilus mit einem für das freie Auge leicht sichtbaren, zackigen Rande scharf abgegrenzt ist. Man findet hingegen in allen Altersperioden die Oberfläche des Eierstockes bis zu der erwähnten Grenzlinie von einer einschichtigen Lage cylindrischer oder cubischer Zellen bedeckt, denen alle Charaktere von Epithelialzellen zukommen. Man bezeichnet nach *Waldeyer's* Vorgange diese Zellenlage als *Keimepithel.* Diese Bezeichnung ist um so zutreffender, als es *Waldeyer* gelungen ist, nicht nur die Herkunft dieser Zellen auf jenes embryonale Keimepithel (Seite 464) zurückzuführen, aus welchem sich in letzter Linie alle drüsigen und epithelialen Elemente der Harn- und Geschlechtsorgane, somit auch die des Ovariums selbst, herleiten lassen, sondern auch festzustellen, dass in ihm die erste Keimstätte für die Eichen selbst gesucht werden müsse. Es finden sich nemlich stellenweise zwischen den cylindrischen Elementen des Keimepithels einzelne Zellen eingestreut, welche sich durch rundliche Gestalt, durch grössere Dimensionen und durch ihren grossen, kugeligen, stets scharf hervortretenden Kern auszeichnen. Sie sind es, welche sich weiter hin zu Eichen ausbilden, und es hat daher *Waldeyer* auf sie den Namen *Primordialeier* (*His*) übertragen.

Die Drüsenformationen des Eierstockes gehen aus einer Wucherung der Zellen des Keimepithels hervor, mit welcher zugleich ein rasches Vorwachsen des bindegewebigen Gerüstes von der Marksubstanz gegen die Oberfläche hin Hand in Hand geht. In Folge dessen werden zunächst zahlreiche, kleinere Gruppen von Epithelzellen durch Bindegewebszüge umwachsen und erscheinen allenthalben an der Peripherie des Organes in Lücken des Stromas eingeschlossen.

Fig. 95.



Eierstocksfollikel in verschiedenen Phasen der Ausbildung. (Meerschweinchen.)
A Primärfollikel.
B Follikel mit mehrschichtiger Zellenlage.
C Follikel mit mehrschichtiger Zellenlage und beginnender Ansammlung von Liquor folliculi in einer spaltförmigen Lücke.
(Hartnack, Object. V. Ocul. 2.)

Im weiteren Verlaufe dieses Vorganges nehmen einerseits diese abgeschlossenen Zellengruppen (*Eiballen, W.*) an Zahl zu, andererseits aber verlängern sie sich allmälig zu schlauch- oder strangartigen Bildungen, welche vielseitig untereinander zusammenhängen. Sowohl die Eiballen, als auch die schlauchartigen Formationen enthalten nebeneinander die typischen Cylinderzellen des Keimepithels und die grösseren, rundlichen, als Primordialeier bezeichneten Elemente desselben. Die letzteren halten in den schlauchartigen Formationen gewöhnlich die Mitte ein und erscheinen reihenartig aneinandergeordnet (*Eiketten, Pflüger*). Eine strukturlose Membrana propria, welche *Pflüger* als Begrenzung der Eischläuche anführt, wird von den meisten anderen Autoren in Abrede gestellt.

In dem eben beschriebenen Zustande findet man nun den Eierstock beim neugeborenen Kinde, doch begegnet man in den tieferen Schichten der Rindensubstanz bereits einer Anzahl von kleinen, selbständigen Follikeln. Diese, unter dem Namen der *Primärfollikel* bekannten Gebilde entstehen durch Abschnürung aus den Eischläuchen und stellen ein kugeliges, von einer einfachen Lage kleiner, cubischer Zellen gebildetes Bläschen dar, dessen Lichtung vollständig durch eine Eizelle ausgefüllt wird (Fig. 95 A). Die letztere besteht aus einem äusserst feinkörnigen Protoplasma mit kugeligem Kern und deutlichem Kernkörperchen, lässt aber noch keine Spur einer umhüllenden Membran erkennen. In sehr seltenen Fällen kommen auch zwei Eizellen in einem Primärfollikel zur Beobachtung.

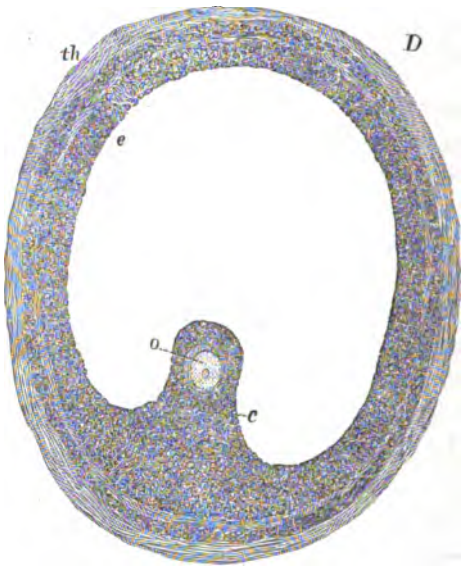
Die weitere Ausbildung der Eifollikel geht in folgender Weise vor sich. Es erfolgt zunächst eine rasche Vermehrung der cubischen

Wandzellen (wahrscheinlich durch Theilung), so dass das Eichen von zwei oder drei und auch mehreren Lagen von cubischen oder rundlichen Zellen umgeben wird und der ganze Follikel an Grösse allmälig zunimmt. Zugleich fällt auf, dass das Eichen eine etwas excentrische Lage eingenommen hat. Nun bildet sich an einer annähernd in der Mitte des Follikels gelegenen Stelle, zwischen den kleinen, rundlichen Zellen eine spaltförmige Lücke, die von einer klaren, farblosen Flüssigkeit erfüllt erscheint (Fig. 95 C). Indem sich diese allmälig erweitert, wandelt sich der Follikel in eine mit Flüssigkeit erfüllte Blase um, deren Wandungen zunächst durch die nach Art eines vielschichtigen Epithels geordneten kleinen, cubischen Zellen hergestellt sind. Gleichzeitig hat aber auch durch das Heranwachsen des Follikels das benachbarte Stromagewebe eine eingreifende Umlagerung seiner Elemente erfahren, so dass es nun eine ziemlich scharf begrenzte Kapsel für denselben abgibt. In diesem Zustande werden die Drüsenformationen des Eierstockes als *Graaf'sche Follikel* bezeichnet. Dieselben besitzen einen Durchmesser von 0·5—5 Mm. und können mit Hülfe von Lanzettnadeln leicht aus dem Eierstock ausgeschält werden. Durch Zerzupfen in Jodserum bringt man sich dann ihre Bauelemente isolirt zur Anschauung, während die Anordnung derselben an Durchschnitten nicht völlig ausgewachsener Follikel am besten untersucht werden kann.

Man unterscheidet an dem *Graaf'schen* Follikel zunächst die bindegewebige Umhüllung (*Theca folliculi*), welche ganz scharf zweierlei Schichten erkennen lässt. Die äussere derselben (*Tunica fibrosa, Henle*) besitzt eine feinfibrilläre Beschaffenheit und eine sehr dichte Fügung ihrer Elemente; sie hängt allerseits mit dem Rindenstroma unmittelbar zusammen und hebt sich von diesem nur durch die circuläre Anordnung ihrer Elemente ab. Die innere Schichte (*Tunica propria, Henle*) ist durch ihren grossen Reichthum an Bindesubstanzzellen ausgezeichnet und ist der Sitz einer dichten, capillaren Gefässausbreitung. Der inneren Oberfläche der Theca folliculi ruht eine mehrfache Lage von Zellen auf, welche unter dem Namen der *Membrana granulosa* bekannt ist. Die Elemente derselben sind durch wiederholte Theilungen aus den Wandzellen der Primärfollikel hervorgegangen und zeigen im Allgemeinen eine rundliche Gestalt, wenig scharfe Abgrenzung und ein trübes, körnchenreiches Protoplasma. Nur die am meisten peripher gelegenen Zellen unterscheiden sich durch kurzcylindrische oder cubische Gestalt. An einer Stelle

besitzt die Membrana granulosa durch stärkere Anhäufung ihrer Zellen eine beträchtliche Verdickung, welche hügelartig gegen den Innenraum des Follikels vorspringt und nahe ihrer höchsten Wölbung das Eichen in sich beherbergt. Man bezeichnet sie als *Cumulus ovigerus* (*Kölliker*) oder *Discus proligerus*. Das Eichen hat nun an Grösse erheblich zugenommen und zeigt alle Charaktere der Reife (Seite 487). Die Zellen des Cumulus ovigerus, welche es unmittelbar umgeben, sind an völlig reifen Follikeln von cylindrischer Gestalt

Fig. 96.



Durchschnitt eines Graaf'schen Follikels aus dem Eierstock des Meerschweinchens.
th Theca folliculi mit ihren beiden Schichten, e Membrana granulosa, c Cumulus ovigerus, D Ei mit Hülle und Kern. (Hartnack, Object. V. Ocul. 2.)

und radiär angeordnet; sie haften dem Eichen sehr fest an und werden, als Zona radiata (siehe oben), mit ihm ausgestossen.

Die Höhlung des *Graaf'schen* Follikels wird von einer oft mit feinen Körnchen vermengten, farblosen Flüssigkeit (*Liquor folliculi*) ausgefüllt, welche als das Produkt der Zellen der Membrana granulosa angesehen werden muss.

Es ist nun hervorzuheben, dass unter der grossen Zahl der Eifollikel (*Henle* schätzt sie für den Eierstock eines 18jährigen Mädchens auf 36,000), während des Kindesalters, etwa vom zweiten

Lebensjahre an, und während der Periode der Zeugungsfähigkeit stets alle denkbaren Zwischenstufen zwischen dem Zustande des Primärfollikels und dem blasenförmigen *Graaf'schen* Follikel beobachtet werden können. Die ersteren finden sich stets in den peripheren Parthien der Rinde, die weiter vorgeschrittenen Follikel an der Grenze der Marksubstanz. In Folge des raschen Wachsthums drängen sich jedoch die letzteren zwischen den peripher gelegenen Primärfollikeln gegen die Oberfläche des Eierstockes hin, so dass endlich ein völlig reifer Follikel fast die ganze Dicke der Rindensubstanz einnehmen und selbst an der Oberfläche des Organes eine bucklige Vorwölbung erzeugen kann. Der Cumulus ovigerus kommt dann gewöhnlich an die tiefste Stelle des Follikels zu liegen. Ihm gegenüber, an dem am meisten gegen die Oberfläche prominirenden Punkte der Follikelwandung, erscheint nun eine circumscripte, stark verdünnte, gefässlose Stelle (*Macula pellucida folliculi*), an welcher zur Zeit der Menstruation der Follikel platzt und seinen Inhalt entleert.

Damit hat derselbe seine Aufgabe vollendet und fällt nun einer *regressiven* Metamorphose anheim; er wird zum *gelben Körper* (*Corpus luteum*). Da die Rückbildung des Follikels erfahrungsgemäss in etwas differenter Weise vor sich geht, je nach dem der Ausstossung des Eichens Schwangerschaft gefolgt war, oder nicht, so unterscheidet man zwischen *wahren* und *falschen* gelben Körpern. Die ersteren sind durch besondere Grösse ausgezeichnet und erhalten sich nicht nur während der ganzen Dauer der Schwangerschaft, sondern auch noch durch einige Zeit nach Ablauf derselben. Die falschen gelben Körper sind viel kleiner und verschwinden im Laufe von 6—8 Wochen vollständig. Der Process der Rückbildung selbst kann als eine Vernarbung betrachtet werden, welche durch Wucherung der Elemente der Tunica propria eingeleitet wird. Da aber in der Mehrzahl der Fälle beim Bersten des Follikels aus den zerrissenen Gefässen der Theca ein Bluterguss in die Höhle desselben zu Stande kommt, andererseits aber durch die zurückgebliebenen Zellen der Membrana granulosa eine gelbliche, dotterähnliche Flüssigkeit producirt wird, so complicirt sich der Vernarbungsprocess durch die gleichzeitige, regressive Metamorphose der genannten, den Inhalt des gelben Körpers darstellenden Flüssigkeiten und durch den allmäligen Zerfall der Granulosazellen. Von den wahren gelben Körpern erhält sich noch durch Jahre eine strahlige Narbe, deren Kern durch

eine gelbliche oder bräunliche, mitunter von Hämatoidinkrystallen durchsetzte, krümmlige Masse gebildet wird.

Es möge noch angedeutet werden, dass manche, morphologisch wie physiologisch gleich wichtige Fragen in Betreff der Lebensgeschichte der Eier und Eierstocksfollikel noch immer nicht endgültig entschieden werden konnten. So ist noch nicht festgestellt, ob, wie schon *Bischoff* für viele Fälle angenommen hatte, die Bildung von Eiern und Eifollikeln bereits in der embryonalen Lebensperiode, oder mindestens in dem ersten Kindesalter ihren Abschluss erreicht, oder ob solche etwa noch beim Erwachsenen neu entstehen können. Ebenso ist es zweifelhaft, ob sämmtliche, beim Kinde vorhandenen Primärfollikel zur völligen Reife gelangen und ob alle Eier aus dem Eierstock ausgestossen werden, oder ob eine Anzahl von Follikeln vielleicht auf einer gewissen Stufe der Ausbildung stehen bleibt und im Eierstock, sammt dem Ei der regressiven Metamorphose anheimfällt.

Die Blutgefässe des Eierstockes. Aus dem breiten Mutterbande treten mehrere arterielle Stämmchen, der Art. spermatica und uterina entstammend, in den Hilus des Eierstockes und zerfallen in den centralen Parthien der Marksubstanz durch wiederholte Theilungen in viele kleinere Aeste. Diese ziehen, nach allen Richtungen divergirend, in den peripheren Theil der Marksubstanz, um daselbst ein reichliches Netzwerk herzustellen (daher der Name Zona vasculosa). Aus diesem erhält die Rindensubstanz feinere und gröbere Zweigchen, welche sich einerseits im Stromagewebe zwischen den Follikeln ausbreiten, andererseits aber das reichliche Capillarnetz in der Tunica propria der grösseren Follikel speisen. Besonders bemerkenswerth ist bezüglich der arteriellen Zweige der allenthalben korkzieherähnlich gewundene Verlauf und die starke Entwicklung der Muskelfasern in ihrer Wandung. Die Venen sind auffallend weit und dünnwandig und erzeugen, aus dem Organ ausgetreten, unmittelbar an dem Hilus einen dichten, compacten Plexus, welcher mit Recht als ein Schwellnetz bezeichnet werden kann.

Auch an *Lymphgefässen* ist der Eierstock sehr reich. Nach den Untersuchungen von *His* finden sich allerwärts im Stroma, insbesondere aber in der bindegewebigen Wandung der *Graaf'schen* Follikel, capillare Lymphgefässnetze, deren Abzugswege, in Gestalt weiter Gefässchen, im Hilusstroma nachweisbar sind; erst ausser-

halb des Organes, im Ligamentum latum, gehen sie in klappenführende Stämmchen über.

Ueber das Verhalten der *Nerven* im Inneren des Organes liegt eine einzige genauere Mittheilung, von *Ellischer,* vor, nach welcher in der Theca der grösseren Follikel grobmaschige Netze markloser Fasern sich ausbreiten, von denen feine Ausläufer an die Membrana granulosa herantreten und in den Zellen derselben endigen sollen.

Als Reste embryonaler Bildungen, welche in der Nähe der weiblichen Geschlechtsdrüsen ihren Sitz haben, sind zu verzeichnen:

Das *Epoophoron* (*Parovarium, Rosenmüller'sches Organ*). Es besteht aus geschlängelten, blind endigenden Kanälchen, deren Wandungen durch feste Bindegewebslagen und durch eine Auskleidung flimmertragender Cylinderzellen hergestellt werden. Sie haben ihren Sitz im lateralen Abschnitte des Fledermausflügels, nahe an der Fimbria ovarica, über dem Eierstock und reichen bis an den Hilus des letzteren herab. Beim Hunde dringen sie in die Marksubstanz des Eierstockes ein. Sie sind Reste des Sexualtheiles des *Wolff'schen* Körpers, den Kanälchen des Nebenhodens homolog.

Das Paroophoron ist an erwachsenen Individuen erst vor nicht langer Zeit durch *Waldeyer* nachgewiesen worden; es hat seinen Sitz im medialen Abschnitte des Fledermausflügels und reicht oft bis an den Seitenrand des Uterus heran. Es besteht aus einer Anzahl verzweigter, mit Cylinderzellen ausgekleideter Kanälchen, welche als Residuen des Urnierentheiles des *Wolff'schen* Körpers anzusehen sind.

8) Die Eileiter.

An ihrer Wandung ist die Schleimhaut, die Muskelhaut und der seröse Ueberzug zu unterscheiden.

Die *Schleimhaut* ist zunächst durch ihre eigenthümliche Oberflächengestaltung bemerkenswerth. Im Bereiche des Isthmus tubae findet man sie stets in eine Anzahl steil erhobener, der Länge nach ziehender Falten gelegt, so dass die Lichtung des Isthmus an Querschnitten eine mehrstrahlige Figur darstellt. In dem lateralen Theile des Eileiters (*Ampulle*) erlangen die Längsfalten eine besondere

Mächtigkeit und sind nicht selten durch quere oder schiefe Falten unter einander verbunden; ausserdem erheben sich an ihnen in grosser Zahl kleine, oft verzweigte, secundäre Fältchen und Leistchen, welche sich häufig an benachbarte anlegen, mitunter sogar mit solchen verschmelzen können. Dadurch erhält die Ampulle eine vielfach gebuchtete Lichtung. Mit Bezug auf den feineren Bau zeigt das Gewebe der Tunica propria der Tubenschleimhaut eine nicht zu verkennende Aehnlichkeit mit dem Rindenstroma der Ovarien, namentlich in Hinsicht auf die Anzahl, die Form und das äussere Aussehen der Bindesubstanzzellen. Am Grunde der Schleimhaut findet sich eine aus längslaufenden Faserbündeln zusammengesetzte Muscularis mucosae, welche im Isthmus stärker entwickelt ist und in die Längsfalten der Schleimhaut eindringt. Niemals erstreckt sie sich auf die secundären Fältchen der Ampulle. Die Submucosa wird durch eine dünne Lage fibrillären, ziemlich fest gewebten Bindegewebes hergestellt. Das Epithel ist ein einschichtiges, flimmerndes Cylinderepithel. Dasselbe setzt sich auch auf die Fimbrien fort, an deren Rande es durch eine scharfe Grenzlinie von dem Endothel des Peritoneums abgesetzt ist. Auch die Concavität der Fimbria ovarica ist von dem flimmernden Epithel ausgekleidet; dieses erstreckt sich so bis nahe an das Keimepithel des Ovarium, bleibt jedoch von dem letzteren beim Menschen in der Regel durch eine schmale Brücke von Serosa-Endothel getrennt. *Waldeyer* hat jedoch in einzelnen Fällen beim Menschen, viel häufiger beim Schwein und in der Regel beim Kaninchen einen unmittelbaren Zusammenhang des Epithels der Fimbria ovarica mit dem Eierstockepithel nachweisen können.

Die Muskelhaut des Eileiters wird durch eine ziemlich starke circuläre und durch eine äussere, dünne, längslaufende Schichte von glatten Muskelfasern zusammengesetzt. Nach aussen von ihr bildet noch eine ansehnliche Lage subserösen Bindegewebes und endlich das Bauchfell selbst einen Bestandtheil der Wandung des Eileiters.

Von den *Blutgefässen* des Eileiters ist hervorzuheben, dass sie sich in der Schleimhaut in sehr grosser Zahl ausbreiten und namentlich unmittelbar unter dem Epithel ein dichtes, aus engen Röhrchen zusammengesetztes Capillarnetz herstellen. Aus diesem sammeln sich die Wurzeln der Venen und ziehen, in grosser Zahl, senkrecht durch die Schleimhautfalten in die Tiefe. Am Grunde der letzteren sind weite, vorzugsweise längslaufende Venenstämmchen eingelagert,

welche von Strecke zu Strecke durch circulär gerichtete Anastomosen in Verbindung stehen. Sie nehmen nicht nur sämmtliche Venen der Schleimhaut, sondern auch eine grosse Zahl der aus der Muskelschichte sich sammelnden venösen Gefässchen in sich auf.

Lymphgefässe und *Nerven* sind noch nicht näher erforscht.

4) Die Gebärmutter.

Die *Gebärmutter* (*Uterus*) lässt im Allgemeinen drei Wandschichten erkennen, von denen die mittlere — die *Muskelschichte* — an Masse bei weitem überwiegt und für die Gestalt und Grösse des Organes bestimmend ist. Die Höhle des Uterus ist mit *Schleimhaut* ausgekleidet, seine äussere Oberfläche, wenigstens zum grösseren Theil, von dem *Bauchfell* bedeckt. Entsprechend den verschiedenen physiologischen Zuständen der Gebärmutter, welche einerseits durch das Alter des Individuums, andererseits aber durch die periodischen Menstrualblutungen oder durch eine eingetretene Schwangerschaft bedingt sind, ergeben sich sehr erhebliche Abweichungen in der histologischen Beschaffenheit ihrer Wandungen. Am meisten betreffen dieselben unter allen Verhältnissen die Schleimhaut, dann aber auch die Muskulatur, am wenigsten den serösen Ueberzug. Für die nachfolgende Beschreibung möge der geschlechtsreife Uterus, und zwar im Zustande der Ruhe (welcher in den Zeitraum zwischen zwei Menstrualblutungen fällt), zu Grunde gelegt werden.

Die Schleimhaut der Gebärmutter besitzt zunächst die Eigenthümlichkeit, dass eine Tunica propria von einer Submucosa in keiner Weise unterschieden werden kann; es übergeht vielmehr ihr Gewebe continuirlich und ohne nachweisbare Veränderung seines Charakters in das intramusculäre Bindegewebe. Ihre Oberfläche ist im Bereiche des Körpers völlig glatt, im Cervix zu den unter dem Namen der *Plicae palmatae* bekannten Leisten erhoben und in der Portio vaginalis mit zahlreichen, kegelförmigen Papillen besetzt. Der feinere Bau des Schleimhautgewebes bietet manche Eigenthümlichkeiten dar. Seine Grundlage wird durch ein lockeres Flechtwerk äusserst feiner Bindegewebsfibrillen hergestellt; dieselben sind an Durchschnitten gehärteter Objekte niemals deutlich erkennbar, können aber an Zupfpräparaten des frischen Objektes ohne besondere Schwierigkeit nachgewiesen werden. In den Zwischenräumen derselben sind

in grosser Zahl spindelförmige und mehrstrahlige Zellen eingebettet, neben ihnen auch in wechselnder Menge lymphoide Zellen. Zu den genannten Formelementen kommt noch eine homogene, wahrscheinlich flüssige Zwischensubstanz, welche aber im ruhenden Zustande des Uterus ziemlich spärlich ist. Die Schleimhaut des Cervix unterscheidet sich von der des Körpers durch das Auftreten reichlicherer und stärkerer fibrillärer Elemente, denen gegenüber die Zellen mehr zurücktreten; lymphoide Zellen kommen nur ganz vereinzelt zur Beobachtung.

Die Oberfläche der Schleimhaut ist sowohl im Körper als in dem grössten Theil des Cervix mit einem einschichtigen, flimmernden Cylinderepithelium bedeckt. Die Richtung der Flimmerbewegung geht von dem Grund gegen den Cervix des Uterus hin. Im Bereiche der Cervicalportion tritt geschichtetes Pflasterepithel auf, welches über die Muttermundslippen hinweg sich continuirlich auf das der Scheide fortsetzt. Nach einwärts zu ist seine Abgrenzung gegen das Flimmerepithel keineswegs eine scharfe, indem sich entlang den stärkeren Leisten der Plicae palmatae eine Art von geschichtetem Cylinderepithel in zungenförmiger Ausbreitung eine Strecke weit hinzieht, während in den zwischengelegenen Furchen bereits Flimmerepithel vorkommt. Uebrigens scheint die untere Grenze des flimmernden Epithels individuellen Schwankungen zu unterliegen.

In der Schleimhaut des Uterus sind zahlreiche *Drüsen* (*Glandulae utriculares*) eingelagert. Sie erscheinen im Bereiche des Körpers in Form von ziemlich langen, senkrecht zur Oberfläche gestellten, meist leicht geschlängelt verlaufenden Schläuchen (Fig. 97), von denen die Mehrzahl an wechselnden Stellen sich ein- oder das anderemal gabelförmig oder auch dreifach verästigt. Sie sind mit einer einschichtigen Lage cylindrischer, mit kurzen Flimmerhaaren versehener Zellen bekleidet. Die Flimmerhaare sind, wie die des Schleimhautepithels, äusserst vergänglich und daher nur an ganz frischen thierischen Objekten, unter sehr günstigen Verhältnissen, zu beobachten. Nach *Lott,* welchem wir in diesem Punkte die sorgfältigsten Untersuchungen verdanken, geht die Richtung des Flimmerstromes in einer Schraubentour von dem Grund der Drüse gegen die Oberfläche. Eine zarte Membrana propria grenzt die Utriculardrüsen von dem Stroma der Schleimhaut ab.

Im Cervix uteri sind die Drüsen spärlicher; neben vereinzelten, denen des Körpers völlig ähnlichen Schlauchdrüsen kommen bauchig

ausgeweitete, verhältnissmässig kurze Drüsenformationen vor (sogen. Schleimbälge), deren Secretionszellen kurz cylindrisch oder cubisch erscheinen. Wahrscheinlich sind sie es, welche zur Entstehung der bekannten *Ovula Nabothi* Veranlassung geben, indem ihre Mündung aus irgend einem Grunde verlegt wird und die Drüsenwandung in Folge dessen, durch Ansammlung des schleimigen Secretes, zu einem kleineren oder grösseren Bläschen ausgeweitet wird.

Die Veränderungen, welche die Schleimhaut des Uterus zur

Fig. 97.

Querdurchschnitt durch die Gebärmutter eines Affen (Cercopithecus).
a Spaltförmige Höhle der Gebärmutter. b Uterindrüsen. c Muskelschichte.
(Hartnack, Object. V. Ocul. 2.)

Zeit der Menstrualperiode erleidet, beziehen sich mehr oder weniger auf alle ihre Bestandtheile. In dem Grundgewebe der Schleimhaut erfolgt vor Allem eine bedeutende Zunahme der homogenen Zwischensubstanz, mit welcher die beträchtliche Auflockerung (d. h. grössere Weichheit und Volumsvermehrung) der Schleimhaut Hand in Hand geht. Nebstdem erscheinen die lymphoiden Zellen in viel bedeutenderer Anzahl, die eigentlichen Bindesubstanzzellen in allen ihren Theilen wie aufgequollen und mit einzelnen Fetttröpfchen besetzt.

Die Drüsen sind beträchtlich erweitert, die Secretionszellen vergrössert und ebenfalls mit feinen Fetttröpfchen in wechselnder Menge erfüllt. Der blutige Schleim, welcher das Cavum uteri ausfüllt, enthält reichliche, abgestossene Epithelzellen. Die genannten Eigenschaften der Uterusschleimhaut beobachtet man nun nicht nur während der Zeit, als die Menstrualblutung erfolgt, sondern auch noch in wechselndem Grade mehrere Tage vor und nach derselben, so dass der Zustand der Ruhe, wie es scheint, nur auf einen ziemlich kurzen Zeitraum beschränkt ist (*Kundrat*).

Die Muskulatur der Gebärmutter wird ausschliesslich aus glatten Fasern hergestellt, welche zu kleineren und grösseren Bündeln vereinigt, in zahlreichen Lagen übereinander geschichtet sind. Die Anordnung derselben ist beim Menschen eine äusserst complicirte, insoferne als eine scharfe Sonderung der einzelnen Muskellagen nur in ganz beschränktem Maasse möglich ist und die Verlaufsrichtungen der Faserbündel selbst in einer und derselben Schichte oft sich vielfach durchkreuzen. Es gehen daher auch die Darstellungen der verschiedenen Autoren sehr weit auseinander. — Die Untersuchung begegnet sehr grossen Schwierigkeiten. Am meisten kann die von *Kreitzer* angegebene Methode empfohlen werden, nach welcher der Präparation Einspritzung von Carbolsäurelösung und längeres Einlegen des Objektes in carbolsäurehaltiges Wasser vorausgehen muss. Die Präparation selbst geschieht theils durch schichtenweise Ablösung der Muskulatur von innen und von aussen her, theils aber durch Herstellung von Durchschnitten in longitudinaler und transversaler Richtung.

Man kann an der Muskelmasse der Gebärmutter drei Abtheilungen unterscheiden, von denen die mittlere (*Stratum vasculare, Kreitzer*) bei weitem die mächtigste ist und als die Grundlage des Ganzen angesehen werden kann. Die äussere und die innere stellen gewissermassen accessorische Muskellagen dar.

Das *Stratum vasculare* führt seinen Namen von dem dichten Plexus weiter Venen, welcher sich zwischen den Muskelbündeln ausbreitet. Die letzteren selbst besitzen keineswegs eine völlig einheitliche Verlaufsrichtung, sondern man findet allenthalben circuläre Bündel mit schiefen und selbst longitudinalen auf das innigste verflochten. Die circulären Bündel wiegen im Allgemeinen vor und stellen namentlich an dem Isthmus uteri einen wahren Schliessmuskel her.

Die *äussere* Muskellage (*Stratum supravasculare*) besteht aus

dicht verwebten, longitudinalen und circulären Faserbündeln. Unter den ersteren tritt in der Medianlinie ein stärkerer, von vorne nach rückwärts über den Fundus hinweg ziehender Streifen besonders hervor. Ein Theil der circulären Bündel schlägt sich nach den Seiten zu auf die Ligamenta rotunda über. Zu dieser Muskellage kann auch noch ein oberflächlichstes, dicht unter der Serosa gelegenes und mit dieser untrennbar verschmolzenes, dünnes Muskelblatt (Stratum subserosum, *Kreitzer*) gezählt werden. Dasselbe ist aus longitudinalen Faserbündeln zusammengesetzt, welche den Fundus übergreifen und vorne und rückwärts bis an den Cervix herunterlaufen, in dessen Höhe sie sich in ein fibröses Gewebe einpflanzen. Ein Theil der am meisten nach den Seiten gelegenen Fasern des Stratum subserosum biegt in die Ligamenta lata um.

Die *innere* Muskellage (*Stratum submucosum*) wird aus einer dünnen Schichte longitudinal und schräg verlaufender Faserbündel zusammengesetzt, zwischen welche das Bindegewebe der Schleimhaut allerwärts hineingreift. Um die Mündungen der Eileiter ordnen sie sich zu concentrischen Kreistouren.

Im *Cervix uteri* ist die Schichtung der Muskulatur viel schärfer ausgesprochen und man kann deutlich eine mittlere circuläre und eine äussere und innere longitudinale Muskellage unterscheiden, welche sämmtlich mit den entsprechenden Schichten des Körpers in ununterbrochener Continuität stehen.

Ob Muskelfasern in dem Gewebe der Schleimhaut des Uterus vorkommen, lässt sich immer noch nicht entschieden behaupten, trotzdem es von der Mehrzahl der Autoren angenommen wird.

Die Blutgefässe dringen von den seitlichen Rändern her in die Substanz des Uterus ein. Die *Arterien* verlaufen, vielfach geschlängelt, durch das Stratum vasculare und zerfallen in diesem zu zahlreichen kleinen Zweigchen, welche theils nach den äusseren Muskelschichten, theils aber nach einwärts bis zur Schleimhaut ziehen. In dieser bilden sie ein ziemlich reichliches, bis unmittelbar unter das Epithel vordringendes Capillarnetz mit unregelmässigen Maschenräumen.

Die *Venen* sammeln sich zunächst in den tiefsten Schichten der Schleimhaut zu einem weitmaschigen Geflecht, von welchem aus zahlreiche Stämmchen durch die inneren Muskellagen in das Stratum vasculare ziehen, um dort, mit anderen Muskelvenen vereint, das bereits erwähnte Venengeflecht herzustellen. Die stärkeren Stämmchen des letzteren sind vorwiegend transversal geordnet und übergreifen

zum Theil vorne und rückwärts die Mittellinie, theils aber fliessen sie mit einem median über den Fundus nach rückwärts ziehenden venösen Stämmchen zusammen. Die grossen, ableitenden Venen sammeln sich an dem Seitenrande des Körpers.

Die Lymphgefässe wurzeln mit einem unregelmässigen, häufig mit blinden Anhängen versehenen, capillaren Netze in der Schleimhaut und durchziehen als vereinzelte Stämmchen, meist in Begleitung der Blutgefässe, die Muskelschichten. Dort fliessen sie mit anderen, aus den Interstitien der Muskelbündel sich sammelnden Stämmchen zusammen. Ein dichtes, über das ganze Corpus uteri verbreitetes Lymphgefässnetz ist auch noch unter dem serösen Ueberzuge eingebettet.

Die *Nerven* sind bezüglich ihres Verhaltens in den Wandungen des Uterus noch nicht genauer gekannt. Vor ihrem Eintritt in denselben enthalten die Stämmchen ab und zu grössere und kleinere Gruppen von Ganglienzellen.

5) Die Scheide und die äusseren weiblichen Genitalien.

An der Scheide (Vagina) unterscheidet man die Schleimhaut, die Muskelhaut und eine äussere Faserhaut.

Die Tunica propria der *Schleimhaut* trägt an ihrer Oberfläche allenthalben zahlreiche, kegelförmige Papillen, nur am Grunde der tieferen Furchen zwischen den zahlreichen Leisten und Kämmen der Schleimhaut scheinen sie regelmässig zu fehlen. Nach aussen übergeht die Tunica propria mit ziemlich scharfer Grenze in die Submucosa. Ihr Gewebe besteht aus vielfach überkreuzten, feinen Bindegewebsbündeln mit spärlichen, zarten elastischen Fasern, zwischen denen platte Bindesubstanzzellen und in reichlicher Zahl auch lymphoide Zellen eingefügt erscheinen. Nicht selten beobachtet man circumscripte, follikelähnliche Einlagerungen adenoiden Gewebes, jedoch in äusserst schwankender Zahl und Verbreitung. Während sie manchen Personen völlig zu fehlen scheinen, findet man sie in der Regel ganz vereinzelt in den verschiedensten Bezirken der Schleimhaut vertheilt. In einzelnen Fällen können sie aber in sehr grosser Zahl auftreten und wie *Henle* an einer jugendlichen Selbstmörderin beobachtet hat, zum Theil reihenweise angeordnet sein.

Das submucöse Bindegewebe unterscheidet sich in seinem Bau durch das Vorkommen stärkerer Bindegewebsbündel, durch reichlichere Beimengung von gröberen elastischen Fasern und durch die

lockere Fügung der Elemente. Die Oberfläche der Schleimhaut ist mit einem typischen geschichteten Pflasterepithel bekleidet. — Drüsige Einlagerungen fehlen der Vaginalschleimhaut gänzlich.

Die *Muskelhaut* wird durch längs und quer gerichtete, glatte Muskelfasern zusammengesetzt. Dieselben sind nicht durchwegs zu ausgeprägten Schichten geordnet, da sich zwischen ihren Bündeln ein äusserst dichtes Netz weiter Venen ausbreitet. Im Allgemeinen kann man eine äussere, ziemlich geschlossene Lage longitudinaler Fasern und eine innere Lage unterscheiden, welche jedoch nicht continuirlich ist, zumeist aus circulären Fasern besteht, aber auch ab und zu längsgerichtete und schiefe Faserbündel enthält.

Die *äussere Faserhaut* besteht aus ziemlich fest gewebtem, an elastischen Fasern sehr reichem Bindegewebe und enthält die gröberen Ramificationen der Gefässe und Nerven.

Blutgefässe und *Lymphgefässe* bilden in der Schleimhaut je ein oberflächliches und ein tieferes, in der Submucosa ausgebreitetes Netzwerk. Aus dem oberflächlichen Blutgefässnetz zweigen zahlreiche Gefässschlingen für die Papillen ab.

Die *Nerven* der Vagina gehen aus einem in der äusseren Faserhaut ausgebreiteten, mit zahlreichen kleinen Ganglien besetzten Nervenplexus hervor. Ihre Endigungsweise in der Schleimhaut ist beim Menschen noch nicht erforscht. Beim Kaninchen hat *Krause* längliche Endkolben an der Basis der Papillen nachgewiesen.

Von der Scheide erstreckt sich die Schleimhaut ohne wesentliche Veränderung ihrer geweblichen Eigenschaften auf das *Vestibulum vaginae.* Dort erhebt sie sich, mit bereits etwas verändertem Charakter, zu den unter dem Namen *Labia minora* bekannten Falten; auch das *Frenulum* und das *Präputium clitoridis,* sowie die Ueberkleidung der *Glans clitoridis,* werden durch eben dieselbe modificirte Schleimhaut hergestellt. Hingegen ist die *Scheidenklappe* (*Hymen*) als eine einfache Duplicatur der Vaginalschleimhaut anzusehen. Der völlige Uebergang der Schleimhaut in die äussere Haut erfolgt bei intacten Genitalien ganz allmälig an der Innenfläche der Labia majora. Bemerkenswerth sind folgende Eigenthümlichkeiten:

In der Submucosa der *Vorhofsschleimhaut* sind in grösserer Zahl kleine, acinöse Schleimdrüschen eingelagert; namentlich ist es die nächste Umgebung der Harnröhrenmündung und der Clitoris, wo sie in dichteren Massen gedrängt stehen.

Die *kleinen Schamlippen* besitzen im Allgemeinen noch die Eigenschaften der Vaginalschleimhaut, jedoch treten in dem epithelialen Ueberzug gewisse Modificationen auf. Abgesehen davon, dass die Zellen der tieferen Schichten mit Pigmentkörnchen besetzt sind, findet man die oberflächlichste Lage desselben bereits von kernlosen Zellen gebildet, ein Befund, welcher sonst nur der Epidermis zukommt. Ausserdem enthalten die kleinen Schamlippen, sowohl an der inneren, als auch an der äusseren Fläche verhältnissmässig grosse und zahlreiche Talgdrüsen. Mit Rücksicht darauf, dass die kleinen Schamlippen in ihrem äusseren Aussehen das Bild einer Schleimhaut geben, und auch, weil sie bei Kindern noch keine Talgdrüsen enthalten, muss man sie wohl als eine Uebergangsformation zwischen Schleimhaut und äusserer Haut betrachten.

Die *grossen Schamlippen* besitzen an ihrer äusseren Fläche und an ihrem freien Rande alle Eigenschaften der äusseren Haut.

Die *Clitoris* zeigt mit Bezug auf ihre cavernösen Körper völlig entsprechende Verhältnisse wie der Penis (*Gussenbauer*). An der Glans clitoridis sind als Nervenendigungen die sogen. Genitalnervenkörperchen (vergl. Seite 234) und ausserdem kugelige Endkolben und Tastkörperchen nachgewiesen worden (*Krause*).

Die *Bartholinischen Drüsen* gleichen in ihrem Bau völlig den ihnen beim Manne entsprechenden *Cowper'schen* Drüsen.

IX. Kapitel.

Die äussere Haut.

Die äussere Haut (*Cutis* in weiterem Sinne, *Integumentum commune*) kommt von anatomischen Gesichtspunkten aus zwar zunächst als die allgemeine Bedeckung des Körpers in Betracht, jedoch erlangt sie eine viel weiter greifende Bedeutung dadurch, dass ihr eine ganze Reihe physiologischer Leistungen übertragen ist, zu denen sie, ihrer oberflächlichen Lage und ihrer grossen Flächenausdehnung wegen, schon von vorne herein berufen erscheint. Die besondere

Befähigung zu denselben erhält sie aber erst durch die mannigfachen Eigenthümlichkeiten ihres feineren Baues. Wenn auch dieser im Allgemeinen nach einem völlig einheitlichen Plane angelegt ist, so werden doch an vielen Bezirken durch die bestehenden morphologischen und mechanischen Verhältnisse besondere, locale Modificationen an ihm erforderlich. Die Eigenschaft eines Sinneswerkzeuges erlangt die äussere Haut durch ihren Reichthum an sensiblen Nerven, durch die Endausbreitungen derselben nahe der Oberfläche und vorzüglich durch die specifischen Terminalapparate, welche daselbst an diese geknüpft sind. Damit steht aber auch die Gestaltung des Hautgewebes, namentlich die papillären Formationen in innigster Beziehung. Der hervorragende Einfluss der äusseren Haut auf die Regulirung der Körperwärme und auf den Stoffwechsel des Gesammtorganismus beruht wesentlich in der typischen, ausserordentlich reichen Vertheilung ihrer Blutgefässe, sowie in der Thätigkeit der allenthalben in sie eingelagerten Drüsen; aber auch die eigenthümliche Beschaffenheit der epithelialen Bedeckung kommt dabei wesentlich mit in Betracht.

Wenn so einzelne Bestandtheile der Haut zu einer bestimmten Verrichtung derselben besonders ausgesprochene Beziehungen zeigen, darf man aber nicht vergessen, dass ihre physiologische Thätigkeit im Allgemeinen und die besonderen Qualificationen bestimmter Bezirke insbesondere durch die Beschaffenheit aller Bestandtheile der Haut, durch ihren Gesammtbau bedingt sind.

Wir werden zunächst die Strukturverhältnisse der Haut selbst, dann die epidermoidalen Anhänge (Haare und Nägel) und die drüsigen Einlagerungen und endlich die Anordnung der Gefässe und Nerven beschreiben.

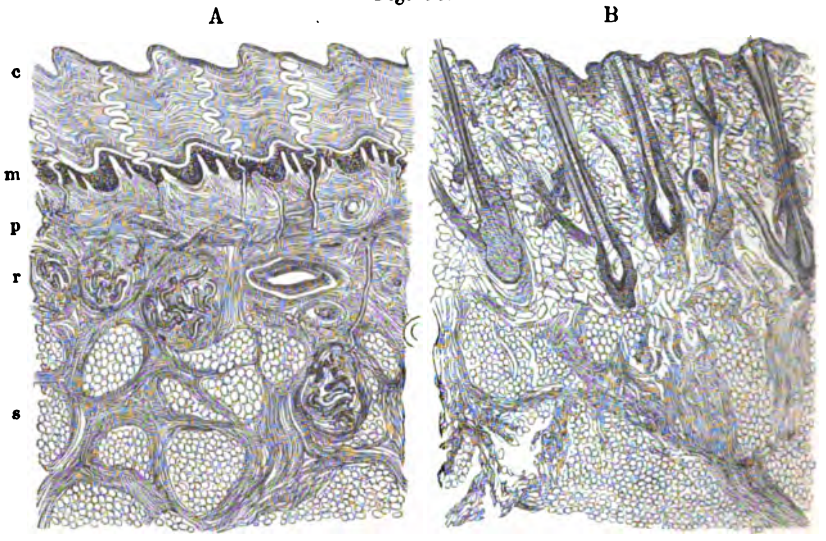
1) Die Haut.

Es ist schon an einer früheren Stelle darauf hingewiesen worden, dass die äussere Haut ihrer ganzen Anlage nach vielfache Analogien mit den Schleimhäuten erkennen lässt. So sind, gleich wie bei diesen, zunächst zwei wesentlich von einander verschiedene Bestandtheile zu nennen: eine bindegewebige Grundlage — die *Lederhaut* (*Cutis* im engeren Sinne, *Derma*) und ein epithelialer Ueberzug — die *Oberhaut* (*Epidermis*). Die Lederhaut zerfällt wieder in zwei Abtheilungen: eine fester gewebte Schichte, welche das eigentliche

mechanische Gerüste der Haut darstellt — das *Corium*, und eine meist lockerer geformte, tiefere Schichte, welche die Verbindung des Corium mit den unterliegenden Gebilden vermittelt — das *subcutane Bindegewebe* (Fig. 98).

An dem *Corium* kommt zuvorderst *die Gestaltung der Oberfläche* in Betracht. Allenthalben erheben sich an ihr, wie an vielen Schleimhäuten, Papillen, welche jedoch nach Grösse, Form und Zahl an den verschiedenen Bezirken ganz namhafte Differenzen aufweisen.

Fig. 98.



A Senkrechter Durchschnitt durch die Haut der Plantarseite der grossen Zehe (Mensch). Die Schnittrichtung fällt quer zu den Cutisleisten. — c Stratum corneum, m Stratum Malpighii der Epidermis, p Pars papillaris, r Pars reticularis des Corium (in der letzteren sind die Durchschnitte von Schweissdrüsen sichtbar), s subcutanes Bindegewebe mit eingelagerten Fettgewebsläppchen.
B Durchschnitt durch die Kopfhaut des Menschen, parallel der Richtung der Haarbälge geführt. (Hartnack, Object. II. Ocul. 2.)

Am grössten und am zahlreichsten sind sie an der Beugefläche der Hand und des Fusses, sowie an der Brustwarze und an der Glans penis. Sie erscheinen hier kegel- oder fadenförmig, oft mehrere mit ihrer Basis verschmolzen (zusammengesetzte Papillen). An allen anderen Orten bilden sie kleine, theils flache, theils stumpfspitzige Erhabenheiten oder sind wohl auch (wie an der behaarten Haut des Kopfes) nur ganz rudimentär vorhanden. Ihrer Bedeutung nach unterscheidet man sie als *Gefässpapillen* und *Nervenpapillen*, je nachdem sie capillare Blutgefässschlingen oder nervöse Terminal-

körperchen in sich schliessen. Die letzteren sind stets spärlicher, aber durch grössere Breite ausgezeichnet und ohne nachweisbare Regelmässigkeit zwischen den ersteren eingestreut. Doch steht ihre relative Anzahl in den verschiedenen Hautbezirken in constantem Verhältniss mit der Feinheit des Tastsinnes.

Die Anordnung der Papillen ist nicht durchwegs eine gleichartige; sie steht hauptsächlich mit einer anderen Eigenthümlichkeit der Oberflächengestaltung, welche der Cutis zukommt, in Zusammenhang. Es erweist sich nämlich die Cutis von zahllosen, an keinem Bezirke des Körpers fehlenden, feinen Furchen durchzogen, deren Verlauf und Anordnung eine gewisse Gesetzmässigkeit nicht verkennen lässt. Da sich dieselben auch an der Epidermis wiederholen, können sie leicht selbst am Lebenden beobachtet werden. Mit Ausnahme der Beugefläche der Hand und des Fusses überkreuzen sich diese Furchen vielfach unter spitzen und stumpfen Winkeln und fassen so dreieckige oder rautenförmige, kleine Hautfelder zwischen sich. An manchen Orten, wie namentlich am Rücken der Hand, kommt eine Anzahl stärkerer, gleichgerichteter Furchen vor, welche von anderen, viel feineren Furchen in den verschiedensten Richtungen durchschnitten werden. Nach *O. Simon* ist die Anordnung der Furchen und Felder durch die Disposition der Bindegewebsbündel des Corium bedingt, und entspricht der längere Durchmesser der Felder stets der vorwiegenden Verlaufsrichtung derselben.

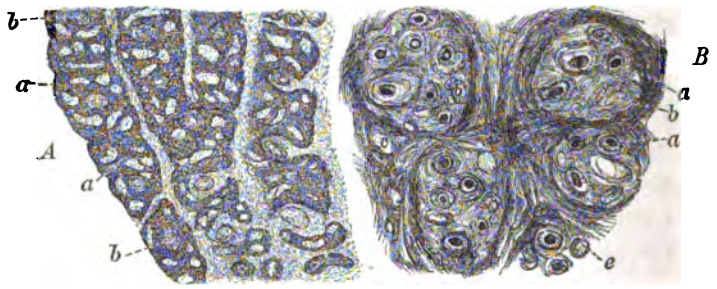
In der Hohlhand und in der Fusssohle erheben sich zwischen den parallel geordneten Furchen ganz regelmässige, schmale, auf einer Seite schief aufsteigende und auf der anderen steil abfallende Leistchen (*Cutisleistchen*) (Fig. 98 A), deren verschiedentlich gebogene Verlaufsweise der Haut ein ganz eigenthümliches Gepräge verleiht. Im Bereiche der Mittelhand ziehen sie im Allgemeinen den stärkeren, der Gliederung des Skeletes entsprechenden Hautfurchen (Linea vitalis u. s. w.) parallel, laufen aber nach abwärts zu gegen die Interdigitalfalten aus. Am ersten und zweiten Fingerglied halten sie eine vorwiegend quere Richtung ein, sind aber durch mehrere, kurze Längsfurchen unterbrochen. An dem Nagelglied umschreiben sie meistens in Kreis- oder Spiraltouren die Mitte der Fingerbeere, wobei es nicht ohne Interesse ist, dass in prägnanten Fällen die Spiralen an der rechten Hand nach rechts, an der linken Hand nach links gewendet sind. Jedoch kommen in dieser Beziehung zahlreiche, individuelle Varianten vor (*Purkinje* beschreibt 9 ver-

schiedene Typen). Eine ähnliche Anordnung ergibt sich auch an der Fusssohle.

Was nun die Beziehungen der Cutispapillen zu dieser Oberflächengestaltung der Haut betrifft, so ist es als Regel zu betrachten, dass in der Tiefe der Furchen niemals Papillen vorkommen. An der Volarfläche der Hand und des Fusses stehen sie, meist zu kleinen Gruppen geordnet, auf der Oberfläche der Leistchen; an den übrigen Theilen der Haut nehmen sie die durch die Furchen abgegrenzten Felder ein, bleiben aber stets mehr vereinzelt.

Seiner *Textur* nach ist das Corium ein durch leimgebendes Bindegewebe und durch elastische Fasernetze hergestelltes Flecht-

Fig. 99.



A Flachschnitt durch die Haut der Plantarseite der grossen Zehe in der Höhe der Papillen. Man erkennt drei Cutisleistchen, deren mittlere sich theilt; die dunkel gehaltenen Parthien entsprechen der Malpighi'schen Schichte, die zwischen ihnen verlaufenden hellen Streifen den tiefsten Lagen der Hornschichte. a Querschnitte der Papillen, b Querschnitte von Schweissgängen.

B Flachschnitt durch die Pars reticularis der Kopfhaut des Menschen. a Querdurchschnitte der Haarbälge mit Talgdrüsen (b) zu Gruppen vereinigt. c Querschnitte von Schweissgängen. (Hartnack, Object. IV. Ocul. 2.)

werk, dessen Beschaffenheit sich nahe der Oberfläche wesentlich verschieden erweist, als wie in den tiefer gelegenen Parthien. Man pflegt demzufolge an dem Corium eine oberflächliche, die Papillen tragende Schichte, die *Pars papillaris*, und eine tiefe, wegen der hervorragend netzartigen Anordnung der Bindegewebsbündel als *Pars reticularis* bezeichnete Schichte zu unterscheiden. Es ist jedoch zu bemerken, dass nirgends eine scharfe Grenzlinie zwischen beiden besteht, und dass die Gewebselemente ohne Unterbrechung von einer in die andere Schichte übergehen. Abgesehen von gewissen Modificationen, welche durch die Einlagerung der Haarbälge und der Drüsen bedingt sind, kann man sich den Aufbau des Corium in folgender Weise vorstellen. Von den unter der Haut gelegenen

fibrösen Membranen (Fascien, Periost u. s. w.) zweigen sich zahlreiche starke Bindegewebsbündel ab, welche in schiefer Richtung durch die subcutane Schichte in die Pars reticularis corii aufsteigen; hier überkreuzen sie sich unter spitzen Winkeln, tauschen gegenseitig Fibrillenbündel aus und stellen so ein grobes Gitterwerk her, dessen Maschenräume von Fettgewebsläppchen und Schweissdrüsen ausgefüllt werden. Indem die Bindegewebsbündel in höhere Schichten des Corium vordringen (Pars papillaris), zertheilen sie sich allmälig, werden dadurch dünner und zerfallen endlich in feinste Bündel und einzelne Fibrillen, welche sich nun nach allen Richtungen des Raumes, vorwiegend aber mehr weniger parallel der Oberfläche, auf das innigste durchweben. Es ist somit die Pars reticularis durch derbe Bindegewebsbündel und weite Maschenräume zwischen denselben, die Pars papillaris durch enge, filzartige Durchflechtung von Fibrillen und feinsten Fibrillenbündeln ausgezeichnet. Die Anordnung der Bindegewebsbündel in der Pars reticularis ist keineswegs eine ganz regellose, wie es an Schnittpräparaten leicht den Anschein gewinnen möchte. *C. Langer* hat, gelegentlich seiner Untersuchungen über die Spaltbarkeit der Haut (nach der Seite 130 erwähnten Methode), den Nachweis geliefert, dass durch die Ueberkreuzung der Bindegewebsbündel in der Pars reticularis stets rhomboidale Maschenräume gebildet werden, deren längere Axen in den einzelnen Bezirken der Richtung der natürlichen Spannung der Haut gleichlaufend sind. Durch künstliche Dehnung der Haut nach anderen Richtungen wird eine entsprechende Umordnung des Faserverlaufes herbeigeführt. Die Hauptrichtung der collagenen Faserbündel, welche durch die Stellung der Stichspalten zum Ausdruck kommt, ist an verschiedenen Stellen des Körpers verschieden; niemals geht ihr Zug nach der Längsrichtung des Leibes, sondern, sowohl am Rumpfe, als auch an den Extremitäten stets schief nach vorne und abwärts. An einzelnen Oertlichkeiten, namentlich dort, wo die Haut fester mit der Unterlage verwachsen ist, lässt der Faserverlauf keine deutlich ausgesprochene Richtung erkennen.

Gegenüber dieser Gesetzmässigkeit in der Anordnung der Bindegewebsbündel tritt das elastische Gewebe in Form eines nach allen Raumrichtungen ganz gleichmässig vertheilten Netzwerkes auf (*Tomsa*), von welchem nur hervorzuheben wäre, dass die Einzelnfasern in den tieferen Schichten im Allgemeinen viel stärker sind, als gegen die Oberfläche hin. Aeusserst zart und spärlich sind sie in den Papillen selbst.

Die dem Bindegewebe der Haut angehörenden, zelligen Elemente, sowie die homogene Zwischensubstanz richten sich bezüglich ihrer Vertheilung nach der Anordnung des fibrillären Gerüstes. Die ersteren sind in ziemlich wechselnder Zahl vorhanden, theils platt, theils spindelförmig, theils lymphoiden Zellen ähnlich. Ihre Lagerstätten sind wahrscheinlich durchwegs die Spalten und Lücken der homogenen Zwischensubstanz (Saftlücken). Bei wohlgenährten Individuen findet man auch eine grosse Zahl fetthaltiger Zellen, sowohl einzeln zerstreut, als auch zu ansehnlichen Gruppen vereinigt.

Ausser den genannten Elementen betheiligen sich an dem Aufbau der Cutis noch *Muskelfasern* und zwar theils quergestreifte, theils glatte. Die ersteren finden sich in der Haut des Gesichtes und sind die Ausläufer der in der Anatomie beschriebenen, mimischen Gesichtsmuskeln. Sie durchziehen in den verschiedensten Richtungen die Cutis, erscheinen nicht selten in netzartiger Anordnung (z. B. am Kinn) und endigen in den oberen Abschnitten der Pars reticularis oder in der Pars papillaris (vergl. Seite 184). Glatte Muskulatur findet sich in dem Gewebe der Haut theils in fächerhafter Ausbreitung, theils in Form einzelner, schief gerichteter Bündel, welche zu den Haarbälgen in Beziehung stehen, und endlich als dünner Belag an den Schweissdrüsen. Die erstere Anordnung beschränkt sich auf die Haut des Hodensackes (Tunica dartos) und des Penis, der Brustwarze und des Warzenhofes. An dem Hodensack nehmen die Muskelfasern die tieferen Antheile der Pars reticularis und das subcutane Bindegewebe ein und verlaufen vorwiegend in sagittaler Richtung, parallel der Scheidewand. Ihre Anordnung ist übrigens eine netzartige, ähnlich der Muskulatur der Harnblase. In der Haut des Penis ist die circuläre Richtung vorherrschend. In beiden Fällen geht der Muskelverlauf senkrecht zu dem Hauptzuge der Bindegewebsbündel, beziehungsweise der Stichspalten (*Tomsa*). Eine exquisit netzartige Anordnung der Muskelbündel findet man auch an der Brustwarze und an dem Warzenhof. Ueber die Haarbalgmuskeln vergl. Seite 526.

Die Verknüpfung der glatten Muskulatur mit dem eigentlichen Hautgerüste wird durch das elastische Gewebe vermittelt und zwar so, dass die einzelnen Muskelbündel von elastischen Fasernetzen völlig umstrickt werden (*Tomsa*), welche ihrerseits sowohl an den Seiten des Muskelbündels als auch an den Enden desselben mit den elastischen Elementen der Nachbarschaft in Zusammenhang

stehen. Besonders deutlich lässt sich dieses Verhältniss an den Haarbalgmuskeln durch Chlorgold-Behandlung erweisen.

Das subcutane Bindegewebe wird durch die aus den unterliegenden, fibrösen Membranen nach der Haut abzweigenden Bindegewebsbündel hergestellt, welche in stark geschlängeltem Verlauf durch ihre vielfache Ueberkreuzung grosse, lockere Maschenräume formen. Da in diesen letzteren sich die Läppchen des subcutanen Fettgewebes ausbreiten und, je nach der Oertlichkeit und je nach dem Ernährungszustande des Individuums, in mehreren, übereinander liegenden Schichten sich anhäufen, hat das subcutane Bindegewebe auch den Namen *Fetthaut* (*Panniculus adiposus*) erhalten. Nur gewisse Bezirke, wie die Haut des Hodensackes, des Penis, der Augenlider, der Ohrmuschel, besitzen ein von Fettgewebe völlig freies Stratum subcutaneum. Die Faltbarkeit und Verschiebbarkeit der Haut hängt zum Theile mit der Masse des unterliegenden Fettgewebes, theils mit der Verlaufsrichtung der collagenen Bündel des subcutanen Gewebes zusammen. Je flacher die letzteren gelagert sind, desto länger müssen sie sein und desto verschiebbarer wird die Haut; je steiler sie zur Cutis emporsteigen, um so kürzer sind sie, und um so fester haftet die letztere an ihrer Unterlage. An manchen Stellen, insbesondere wo die Haut unmittelbar dem Periost aufliegt, sind zwischen diesem und der Cutis ganz derbe, fibröse Stränge (*Tenacula cutis*) ausgespannt; ähnliches findet sich, wo andere straffe Sehnenformationen die Unterlage bilden, z. B. am *Poupart'schen* Bande, an dem Handteller und der Fusssohle. An anderen Orten (besonders an der Streckseite der Charniergelenke) entstehen im subcutanen Bindegewebe grössere oder kleinere, einfache oder mehrfächerige Räume (*Bursae mucosae subcutaneae*) mit geglätteten, zum Theil wenigstens, mit endothelialen Zellen überkleideten Wänden. Man kann sie als colossal erweiterte Bindegewebsspalten auffassen.

Die Epidermis ist, ihrem ganzen Aufbau zufolge, als ein Analogon des geschichteten Pflasterepithels zu betrachten; das wesentliche Unterscheidungsmerkmal liegt darin, dass die oberflächlicheren Zellenlagen einem eigenthümlichen Umwandlungsprocesse (Verhornung) anheimgefallen sind und deshalb sowohl für das freie Auge, als auch bei der mikroskopischen Untersuchung einen besonderen Charakter erkennen lassen. Man unterscheidet daher an der Epidermis zwei scharf getrennte Schichten, eine oberflächliche — die *Hornschichte, Stratum corneum,* und eine tiefere — die *Schleimschichte, Rete Malpighii.*

Die Schleimschichte umfasst mehrere Lagen von innig mit einander verbundenen Zellen, deren Leib aus stark granulirtem Protoplasma besteht und deren heller, fast homogener Kern stets deutlich hervortritt. Die tiefste, dem Corium unmittelbar aufsitzende Lage besteht aus länglichen, häufig deutlich cylindrischen Zellen, deren Basalfläche durch feine Leistchen oder Spitzen mit der leicht gezähnelten Oberfläche der Cutis in Verbindung tritt. Die darauf folgenden Zellenlagen, je nach der Dicke der Epidermis an Zahl verschieden, werden durch rundliche, ellipsoidische oder auch etwas abgeflachte Zellen hergestellt. Sie sind sämmtlich mit gezackter oder geriffter Oberfläche versehen (*Riffzellen*), daher sehr innig mit einander verbunden und nicht leicht isolirt darzustellen. Neben ihnen beschreibt *v. Biesiadecki* noch kleine, vereinzelt eingestreute, mit Carmin sehr intensiv sich färbende Zellen, welche normaler Weise sehr spärlich, unter pathologischen Verhältnissen reichlicher vorkommen; der genannte Autor hält sie für Wanderzellen.

Die Hornschichte der Epidermis wird durch mehrfache Lagen abgeplatteter, dachziegelartig über einander geschichteter Zellen zusammengesetzt. Dieselben sind durch ihre helle, homogene Beschaffenheit, durch glatte, glänzende Contouren, durch eine gewisse Starrheit ihrer Substanz und durch den Mangel eines Kernes ausgezeichnet. Nur in den tiefsten Schichten findet man gewöhnlich noch eine Andeutung des letzteren. Während die Zellen in den unteren Lagen eine linsenförmige Gestalt besitzen, werden sie, je weiter nach oben zu, um so flacher, bis endlich die oberflächlichsten als ganz dünne, steife Schüppchen erscheinen. Durch Zusatz von Natronlauge quellen diese Zellen bedeutend auf, nehmen eine ellipsoide Gestalt an und werden auch in ihrer Verbindung bedeutend gelockert.

An den Bezirken, wo die Epidermis eine beträchtliche Dicke besitzt (Handteller, Fusssohle), erreichen die Zellenlagen der Hornschichte eine sehr grosse Zahl; es erscheint dann an der Grenze zwischen der letzteren und dem Rete *Malpighii* an senkrechten Durchschnitten ein schmaler, heller, der Oberfläche der Epidermis parallel laufender Streifen, welcher wohl auch als besondere Schichte der Epidermis (*Stratum lucidum, Oehl*) aufgeführt wird. Es scheint, dass diese Schichte Uebergangsformen von weichen zu verhornten Zellen enthält, welche durch besondere Durchsichtigkeit und innige Verbindung ausgezeichnet sind.

Die dunklere Färbung einzelner Hautbezirke (Hodensack, Afterfalte u. s. w.), sowie die Hautfarbe der Neger, ist in einem Pigmentgehalt der Epidermis begründet und zwar ist es hauptsächlich die tiefste Zellenlage des Rete *Malpighii*, welche in grösserer oder geringerer Menge gelbe oder braune Pigmentkörnchen enthält. In den höheren Schichten des Rete *Malpighii* sind die letzteren nur sehr spärlich, jedoch zeigt der ganze Zellkörper eine diffus gelbliche Farbe. Im Bereiche der Hornschichte beobachtet man niemals geformtes Pigment, wohl aber bei sehr intensiver Hautfärbung einen leicht gelblichen Farbenton, welcher nicht so sehr an den einzelnen Zellen als an dickeren Durchschnitten der ganzen Hornschichte bemerkbar wird.

2) Die Nägel.

Die Substanz der *Nägel* (*Ungues*) kann als eine Modification der Epidermis angesehen werden, deren Zustandekommen und Erhaltung an die eigenartige Conformation der Cutis am Rücken der letzten Finger- und Zehenglieder gebunden ist. Man kann an dem Nagel den *Körper* und die *Wurzel* unterscheiden; der erstere liegt in einer flachen Vertiefung der Cutis (*Nagelbett*) frei zu Tage und wird an den Seiten durch eine überragende Hautleiste (*Nagelwall*) gedeckt. Dadurch kommen die Seitenränder des Nagelkörpers in eine von dem Nagelbette mit dem Nagelwall gebildete Furche (*Nagelfalz*) zu liegen (Fig. 100). Diese letztere ist gegen den freien Rand des Nagels hin seicht, vertieft sich aber nach rückwärts hin und übergeht in eine platte, fast die ganze Länge der Endphalange einnehmende Hauttasche (*Matrix*), in welche die Wurzel des Nagels eingefügt ist.

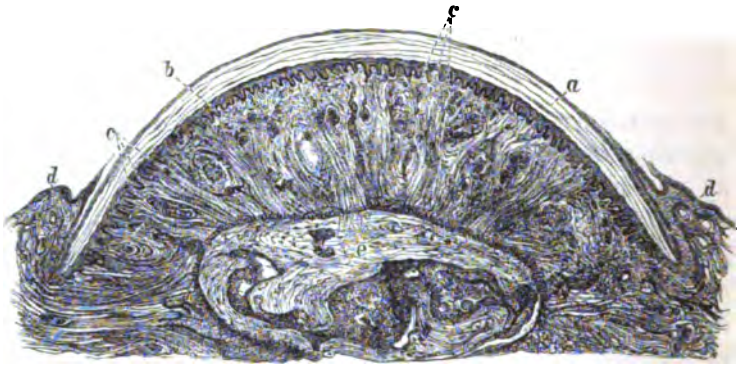
Aus seiner Lagerstätte herausgehoben stellt der menschliche Nagel eine leicht gewölbte Platte dar, welche dem Körper entsprechend am dicksten und am festesten ist, am Wurzeltheile und auch an den Seitenrändern sich allmälig zuschärft und viel weicher und biegsamer wird. An der angewachsenen Fläche ist er mit einer Anzahl feiner flacher, der Länge nach ziehender Furchen versehen.

Die *Elemente*, aus welchen die Substanz des Nagels zusammengesetzt ist, sind äusserst dünne, blasse, homogene, sehr innig mit

einander verbundene Schüppchen, ähnlich den verhornten Epidermiszellen. Durch Behandlung mit Natronlauge oder starker Schwefelsäure quellen sie auf, lassen aber, ungleich den letzteren, stets einen flachen, elliptischen Kern erkennen.

In dem Bereiche des *Nagelbettes* zeigt das Corium eine eigenthümliche Gestaltung der Oberfläche. Es erheben sich nemlich in seiner ganzen Breite zahlreiche schmale, longitudinal gerichtete Leistchen, welche den erwähnten Furchen an der Unterfläche des Nagels entsprechen. Sie sind innerhalb der Matrix ganz niedrig, erreichen aber in dem freien Theile des Nagelbettes eine beträcht-

Fig. 100.



Querschnitt durch das Nagelglied eines Fingers von einem drei Monate alten Kinde. a Nagel, b Schleimschichte des Nagels, c Querschnitte der Leistchen des Nagelbettes, d Nagelfalz, e Querdurchschnitt des Knochens. (Hartn., Object. II. Ocul. 2.)

liche Höhe (0·1—0·2 Mm.) und endigen ganz plötzlich dort, wo der angewachsene Körper des Nagels in die freie Randzone übergeht. Auf der Höhe dieser Leistchen sitzen schief nach vorne geneigte Papillen, deren Zahl und Grösse von der Wurzel gegen den Körper hin zunimmt. Im Grunde der Matrix können sie auch gänzlich mangeln. Der feinere Bau des Corium entspricht an dieser Stelle im Wesentlichen den allgemeinen Gesetzen; hervorzuheben wäre, dass von dem Periost der Phalange zahlreiche, derbe Bindegewebsbündel in sein Gewebe ausstrahlen. — Die Oberfläche des Corium ist von einer mehrschichtigen Lage von Zellen bedeckt, welche die Vertiefungen zwischen den Leistchen ausfüllen. Diese Zellenlage stimmt nach

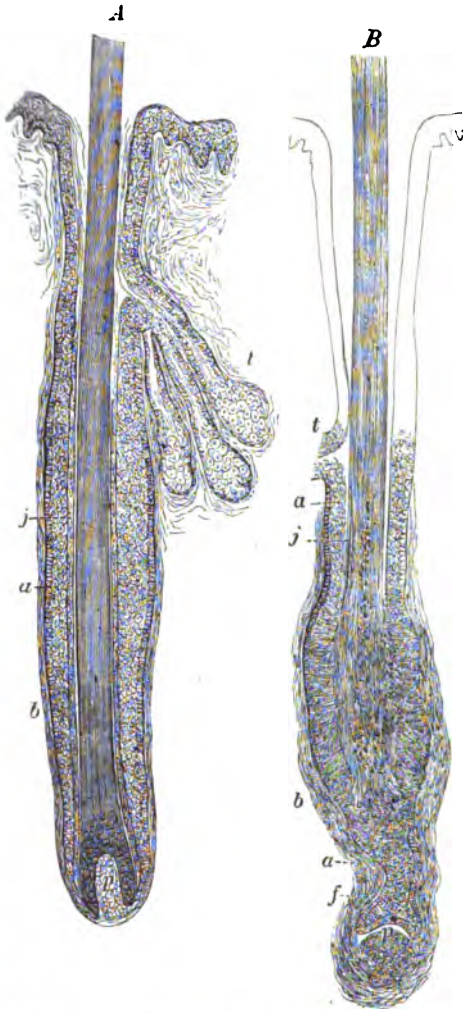
Art und Anordnung ihrer Elemente völlig mit dem Rete *Malpighii* überein und übergeht auch an dem hinteren Ende der Matrix continuirlich in dasselbe; sie wird daher als *Schleimschichte* des Nagels bezeichnet. Die oberflächlichsten ihrer Zellen nähern sich zwar der Form nach mehr den Zellen der Hornschichte, jedoch besitzen sie sämmtlich Kerne. Dieser Schleimschichte nun ruht der Nagel selbst unmittelbar auf, so dass er sich zu ihr in der That wie die Hornschichte der Epidermis zu dem Rete Malpighii verhält. Seine Abgrenzung von der Schleimschichte ist im Bereiche des Körpers eine sehr scharfe, während in dem Wurzeltheile ein allmäliger Uebergang zwischen beiden sich nachweisen lässt. Hier ist denn auch die Stätte, wo eine fortwährende Neubildung von Nagelsubstanz erfolgt*).

Im Grunde des Nagelfalzes und an der dem Nagel zugewendeten Fläche des Nagelwalles bleibt das Corium völlig frei von Leisten und Papillen, zeigt aber im Uebrigen keine Abweichungen von dem gewöhnlichen Bau. Mit Rücksicht auf die Beziehungen des Nagels zu der Epidermis der benachbarten Gebiete ist anzuführen, dass sich die letztere einerseits von der Fingerbeere her unter den freien Rand des Nagels hineinschiebt, andererseits aber schlägt sie sich als schmales, dünnes Häutchen von dem freien Rande des Nagelwalles auf die convexe Fläche des Nagels herüber.

---

*) Die sogen. *Lunula* der Nägel (d. i. eine weisse, bogenförmig begrenzte Stelle an dem Grunde des Nagelkörpers) kann nicht, wie gewöhnlich (*Henle, Kölliker*) angenommen wird, durch eine Differenz der Blutgefässvertheilung zwischen dem hinteren und vorderen Abschnitte des Nagelbettes erklärt werden; denn abgesehen davon, dass an einem wohl injicirten Nagelbette die Färbung allenthalben ziemlich gleichmässig erscheint, bleibt die Lunula auch noch an dem (durch Brühen) abgelösten, frischen Nagel ganz wohl erhalten. Man kann sich an einem solchen leicht überzeugen, dass die Lunula einzig und allein durch die geringere Durchsichtigkeit des hinteren Antheiles des Nagels zu Stande kommt. Diese ist darin begründet, dass die Schleimschichte, welche der unteren Fläche des Nagels anklebt, im Bereiche der Nagelwurzel, genau bis zum Rande der Lunula, erheblich dick und *ganz gleichmässig ausgebreitet* ist. Schabt man die anhängende Schleimschichte mit dem Messer ab, so verschwindet die Lunula vollständig und der ganze Nagel wird allenthalben gleich durchscheinend. Allerdings hängt die gleichmässige Vertheilung der Schleimschichte an der betreffenden Stelle von der geringen Entwicklung der Nagelbettleistchen ab, und fällt das stärkere Vortreten der letzteren genau mit dem Rande der Lunula zusammen. Dass die letztere ganz gewöhnlich nur am Daumen vorkommt, ist an der relativen Kürze der Matrix des Daumennagels gelegen.

Fig. 101.



Längsdurchschnitte durch den Balg zweier Barthaare aus der Oberlippe des Menschen.

A mit geschlossenem, hutförmig einer Papille aufsitzendem Haarknopf, B mit einem sogen. Haarkolben. b Bindegewebstheil des Haarbalges, a äussere, j innere Wurzelscheide, p Haarpapille, t Talgdrüse.

Bei B ist der unterste Theil des Haarbalges zusammengefallen und in demselben bereits die erste Anlage des Ersatzhaares sichtbar. (Hartnack, Object. II. Ocul 2.)

3) Die Haare.

Ebenso wie die Nägel, sind auch die *Haare* (*Crines, Pili*) als epidermoidale Gewebe anzusehen, und nicht minder wie jene, sind auch sie in ihrer Existenz an ganz bestimmte Conformationen der Cutis geknüpft.

Ein jedes Haar ist mit seinem unteren Ende (der *Haarwurzel*) in einer schlauchförmigen, blinden Einstülpung der Cutis (dem *Haarbalg*) eingesenkt.

Der Haarbalg besteht aus einem *bindegewebigen Antheil*, welcher das mechanische Gerüste desselben formt und die ernährenden Blutgefässe enthält, und aus einem *epidermoidalen* Antheil (gew. *Wurzelscheide* des Haares genannt), welcher die inneren Schichten des Haarbalges darstellt und das geformte Materiale für die Bildung und für das Wachsthum des Haares liefert (Fig. 101.)

Aber nicht allen Abschnitten des Haarbalges darf man die gleiche Bedeutung für die Erhaltung des Haares beimessen. Der grössere Theil desselben besitzt eine rein mechanische Aufgabe, als Träger und Behälter des Haares und um-

fasst dasselbe, gleich einer Hülse, ohne in continuirlichem Zusammenhang mit ihm zu stehen. Ein unmittelbarer Uebergang der Elemente des Haarbalges in die des Haares selbst erfolgt nur an dem Grunde des ersteren, und hier ist der Ort zu suchen, von welchem die Bildung und das Wachsthum des Haares ausgeht, aber auch die Stelle, an welcher die festeste, mechanische Verbindung zwischen beiden besteht. Hier finden wir denn auch an Haar und Haarbalg eigenthümliche, gewebliche und morphologische Verhältnisse. Bezüglich der letzteren sei vorläufig nur erwähnt, dass der bindegewebige Antheil des Haarbalges sich am Grunde zu einer kegel- oder kolbenförmigen Vorwölbung (*Haarpapille*) erhebt, über welcher das unterste, etwas verdickte Ende des Haares (*Haarknopf, Haarzwiebel*) hutförmig aufsitzt. Schon jetzt muss endlich bemerkt werden, dass die allermeisten Haarbälge in bestimmten morphologischen Beziehungen zu den *Talgdrüsen* stehen, sei es, dass Talgdrüsen in den Haarbalg einmünden (bei den grösseren Haaren), sei es, dass umgekehrt das Haar durch die Mündung einer Talgdrüse hindurch an die Hautoberfläche gelangt, wie dies bei den Wollhaaren vorkommt (vergl. Fig. 104). Im ersteren Falle ist die Mündung der Talgdrüse stets in dem obersten Abschnitt des Haarbalges zu suchen.

Die Haare des Menschen zeigen, je nach ihrem Sitze, nach Alter, Geschlecht und Race, ganz beträchtliche Differenzen in ihrer Grösse, Form und sonstigen Beschaffenheit, ja selbst bei einem und demselben Individuum kommen an Haaren derselben Art mancherlei Abweichungen vor. Diese beziehen sich, abgesehen von der absoluten Länge und Dicke, vorzüglich auf die Querschnittsfigur (sie ist an schlichten Haaren meist kreisrund, aber auch nicht selten elliptisch, an manchen, besonders an kurzen und dicken Haaren, sogar eckig, an gekräuselten Haaren gewöhnlich stark abgeflacht oder nierenförmig), ferner auf die Gestalt und Grösse des Haarknopfes, auf die relative Länge des Wurzeltheiles, auf die Beschaffenheit der Spitze u. s. w. Auch in ihrem feineren Bau stimmen nicht alle Haare völlig überein.

Zur *Untersuchung* des Haares in toto ist es am zweckmässigsten, dasselbe unter Zusatz einer etwa auf ein Drittheil verdünnten Salpetersäure auf den Objektträger zu bringen. Dunkle Haare eignen sich wegen ihrer Undurchsichtigkeit weniger als blonde oder weisse Haare. Zur Darstellung der Elemente empfiehlt sich ein 2—3tägiges Einlegen in 1% Essigsäure, worauf man durch Schaben

mit einer Lanzennadel die Zellen der verschiedenen Schichten isoliren kann.

Als ein echtes Epidermoidalgebilde ist das Haar ausschliesslich aus Zellen aufgebaut; doch sind diese nicht, wie beim Nagel, sämmtlich von derselben Gestalt und treten auch nicht alle zu einer gleichartigen Formation zusammen. Man hat vielmehr an dem Haare drei, scharf gesonderte Schichten zu unterscheiden. Die stärkste derselben ist die sogen. *Rindensubstanz;* sie gibt dem Haare im Allgemeinen seine Form und erscheint typisch als eine Röhre, deren verschieden weites Lumen von der *Marksubstanz* vollständig ausgefüllt wird; recht häufig aber, insbesondere an den Wollhaaren und an den meisten Haaren in dem ersten Kindesalter, fehlt die Marksubstanz gänzlich und es stellt die Rindensubstanz einen soliden Strang dar. In der Mehrzahl der Fälle ist auch an den Kopfhaaren des erwachsenen Menschen, namentlich an den stärker gefärbten, die Marksubstanz nur an einzelnen Stellen vorhanden, während sie an den kurzen, dicken Haaren nur selten fehlt. Sie nimmt durchschnittlich etwa den vierten Theil der Breite des ganzen Haares ein. Der dritte Bestandtheil des Haares ist das *Oberhäutchen,* eine zarte, zellige Hülle, welche die Oberfläche des Haares bis nahe zur Spitze völlig überkleidet.

Die *Rindensubstanz* ist im freien Theile des Haares (*Haarschaft*) aus langen, flachen, spindelförmigen, in feine Spitzen auslaufenden Zellen (*Rindenzellen*) gebildet, welche der Längsrichtung des Haares entsprechend gerichtet und sehr fest unter einander verkittet sind. Sie sind durch auffallende Härte und Sprödigkeit, sowie durch einen wechselnden Gehalt an Pigment ausgezeichnet. Das letztere tritt in Gestalt äusserst feiner, je nach der Haarfarbe verschieden gefärbter Körnchen auf, welche häufig zu langen Streifen, aber auch zu unregelmässig geformten Klümpchen zusammentreten. Auch zwischen den Zellen kommen ähnliche Pigmentstreifen, mitunter neben feinen Luftbläschen, vor. Bei weissen und hellblonden Haaren fehlen diese Pigmentanhäufungen. An intensiver gefärbten, namentlich rothen Haaren, enthalten die Rindenzellen auch überdies einen diffusen Farbstoff. Alle Rindenzellen besitzen ferner einen langgestreckten, platten Kern, welcher am besten durch Kochen des Haares mit ätzenden Säuren oder Alkalien dargestellt werden kann. Sowohl durch die Anordnung der Zellen und ihres Pigmentes, als auch durch die stellenweise undeutlich hervortretenden Kerne gewinnt

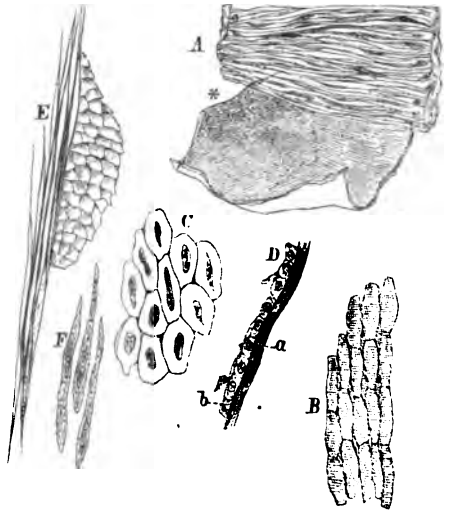
die Rinde des Haares eine mehr oder minder ausgeprägte Längsstreifung.

Ganz abweichende Beschaffenheit zeigen die Elemente der Rindensubstanz in dem unteren, von dem Haarbalg umschlossenen Theile der *Haarwurzel* und in dem *Haarknopf*, so lange, als das Haar noch im Stadium des Wachsthums sich befindet. Die Gestalt der Zellen ist in der Haarwurzel zwar im Allgemeinen ebenfalls spindelförmig, doch sind sie viel kürzer, an den Enden wenig oder gar nicht zugeschärft, in den untersten Abschnitten sogar rundlich oder nur wenig in die Länge gestreckt. Je weiter nach abwärts, um so weicher werden die Zellen, um so mehr gewinnen sie das Aussehen protoplasmatischer Zellen und gehen endlich ohne scharfe Grenze in den epidermoidalen Antheil des Haarbalges über. In den länglichen Zellenformen sind die Kerne, ähnlich denen der glatten Muskelfasern, stäbchenförmig, scharf begrenzt und, zum Unterschiede von denen der Rindenzellen des Schaftes, in allen Fällen leicht sichtbar. Je kürzer die Zellen werden, desto mehr nähert sich auch der Kern der rundlichen Form. Sehr wechselnd ist der Pigmentgehalt dieser Zellen; in manchen Fällen findet man sie dicht mit Farbstoffklümpchen besetzt, häufig sind die Pigmentkörnchen mehr zerstreut und in geringer Zahl vorhanden, mitunter fehlen sie auch völlig, und die Zellen gewinnen ein blasses, granulirtes Aussehen (Fig. 102 F). Auch in ihrem chemischen Verhalten unterscheiden sich die Rindenelemente der Haarwurzel sehr wesentlich von denen des Schaftes. Während sich die letzteren in Essigsäure nicht wesentlich verändern und dem Einfluss von concentrirter Kalilauge längere Zeit widerstehen, quellen die Rindenzellen der Haarwurzel, namentlich des Haarknopfes, in Essigsäure merklich auf und werden durch Kalilauge sehr bald völlig zerstört. Uebrigens zeigen sich auch die Haare der Kinder viel weniger resistent gegen den Einfluss starker Säuren und alkalischer Laugen, als wie die des erwachsenen Menschen.

Die *Marksubstanz* des Haares besteht aus cubischen oder leicht abgeplatteten, mit feinen Körnchen besetzten Zellen, welche gewöhnlich in doppelter oder dreifacher Reihe aneinander gefügt sind. An weissen Haaren, an denen die Marksubstanz am schärfsten ausgeprägt ist, erscheinen die Markzellen bei auffallendem Lichte hellglänzend, bei durchfallendem dunkel und undurchsichtig — ein Umstand, welcher nach *Kölliker* in der Ansammlung zahlreicher, feinster Luftbläschen im Inneren des Zellkörpers begründet ist.

Das *Oberhäutchen* des Haares wird aus einer einfachen Lage dünner, annähernd rechteckiger, ganz durchsichtiger, kernloser Schüppchen zusammengesetzt. Sie sind dachziegelförmig aneinander gefügt und zwar so, dass immer die unteren (näher der Haarwurzel gelegenen) Zellen einen kleinen Theil der oberen überlagern. Aus diesem Grunde tritt der obere Rand einer jeden Zelle in Gestalt

Fig. 102.



Verschiedene Elemente des Haares und des Haarbalges.

A Ein Theil der inneren Faserhaut des Haarbalges mit einem anhängenden Stück der Glashaut. (*)

B Zellen der Henle'schen Schichte der inneren Wurzelscheide.

C Zellen der Huxley'schen Schichte der inneren Wurzelscheide.

D Zellen der Marksubstanz des Haares (b), einem Streifen der Rindensubstanz (a) anhaftend.

E Faserige Elemente der Rindensubstanz aus dem Haarschafte, mit einem anhängenden Stücke des isolirten Oberhäutchens des Haares.

F Drei isolirte Rindenzellen aus dem Haarknopf.

Sämmtlich von einem Schnurrbarthaare des Menschen, nach 2tägigem Einlegen der Lippenhaut in 1prozentige Essigsäure, durch Zerzupfen dargestellt.

(Hartnack, Object. IX. Ocul. 2.)

eines feinen Leistchens an der Oberfläche des Haares leicht hervor, wovon man sich bei der mikroskopischen Untersuchung am besten an dem seitlichen Contour des Haares überzeugen kann. Bei der Einstellung auf die Oberfläche des Haares sieht man diese Leistchen zu unregelmässig welligen, vorwiegend der Quere nach gerichteten, feinen Linien zusammentreten. In dem Bereiche des Haarschaftes sind die Elemente des Oberhäutchens ganz steif und innig mit der

Rindensubstanz verklebt, während sie in der Wurzel, und namentlich bei wachsenden Haaren, viel weicher sind und sich leichter ablösen lassen.

Der Haarbalg. Er kann als eine röhrenförmige Einstülpung der Pars papillaris des Corium sammt der Epidermis in die tieferen Schichten der Haut angesehen werden; je nach der Stärke des Haares und je nach der Oertlichkeit erstreckt sich dieselbe mehr weniger weit in die Pars reticularis oder selbst bis in das subcutane Bindegewebe hinein. Die Stellung des Haarbalges ist niemals eine genau senkrechte zu der Oberfläche der Haut, sondern stets mehr oder weniger zu derselben geneigt, und zwar ist Grad und Richtung der Neigung für die verschiedenen Bezirke der Haut ganz bestimmten Gesetzen unterworfen. Dieselben lassen sich namentlich an jüngeren Embryonen sehr schön übersehen. Beide Antheile des Haarbalges, sowohl der bindegewebige als auch der epidermoidale, zeigen in ihrem Aufbau manche Abweichungen von den ihnen entsprechenden Schichten der Cutis, wesshalb sie einer besonderen Berücksichtigung bedürfen. Zur Untersuchung sind einerseits Längs- und Querschnitte durch erhärtete Objekte, andererseits aber Zupfpräparate aus frischen Haarbälgen anzufertigen, welche man mit einem Scheerenschnitte von einer Durchschnittsfläche der Haut leicht herausheben kann. Für manche Verhältnisse ist es auch empfehlenswerth, ein Stückchen Haut vor der Untersuchung durch ein oder zwei Tage in sehr verdünnte Essigsäure (0·2—0·5%) einzulegen.

Der *bindegewebige Antheil* des Haarbalges lässt drei wohl charakterisirte Schichten erkennen.

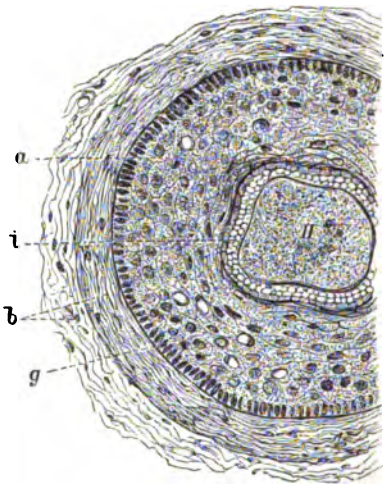
Die äusserste Schichte — *die äussere Faserhaut,* steht mit dem umliegenden Gewebe des Corium allenthalben in continuirlicher Verbindung und ist aus vielfach überkreuzten, stärkeren und feineren Bindegewebsbündeln, mit vorwiegend längsgerichtetem Verlaufe, zusammengesetzt. Zwischen ihnen sind zahlreiche Bindesubstanzzellen mit länglichen, der Achse des Haarbalges meist gleichgerichteten Kernen eingelagert. Die äussere Faserhaut ist die Trägerin von reichlichen Gefäss- und Nervenausbreitungen und kann als eine Art von Adventitia des Haarbalges angesehen werden.

Die mittlere Schichte — *die innere Faserhaut,* besteht aus einem dichten Filzwerk äusserst feiner Bindegewebsbündel (ähnlich der Pars papillaris corii), welches die Eigenthümlichkeit besitzt, sich in querer Richtung viel leichter, als der Länge nach trennen zu

lassen. In demselben treten nach Einwirkung von Essigsäure in erheblicher Zahl grosse, lang gestreckte Kerne hervor, welche in durchaus querer Richtung und in ziemlich regelmässigen Abständen eingelagert sind (vergl. Fig. 102 A). Die innere Faserhaut ist meist stärker als die äussere und darf als directe Fortsetzung der Pars papillaris corii, als die Tunica propria des Haarbalges betrachtet werden.

Als *innerste Schichte* ist eine völlig homogene oder leicht längsgestreifte, durchsichtige, ziemlich starke *Glashaut* anzuführen. Sie

Fig. 103.



Querschnitt durch Balg und Wurzel eines Schnurrbarthaares (Hämatoxylinfärbung). H Der Querdurchschnitt des Haares, i innere Wurzelscheide, a äussere Wurzelscheide, g Glashaut des Haarbalges, b äussere und innere Faserhaut desselben. (Hartnack, Object VIII. Ocul. 2.)

bildet die Grenze zwischen dem bindegewebigen und epidermoidalen Antheile des Haarbalges und erstreckt sich vom Grunde des letzteren bis in die Gegend der Einmündung der Talgdrüsen; an diesen beiden Stellen verliert sie sich ohne scharfe Grenze und namentlich, ohne auf die Haarpapille zu übergehen. Sie erscheint an Durchschnitten als ein heller Streif an der Grenze der inneren Faserhaut, lässt sich aber an Zupfpräparaten leicht auf grössere Strecken isolirt zur Ansicht bringen (Fig. 102 A).

Eine besondere Formation des bindegewebigen Antheiles des

Haarbalges ist noch die *Haarpapille;* sie besitzt eine conische, cylindrische oder halbkugelähnliche Gestalt und ragt, je nach der Grösse und nach der Art des Haares, verschieden weit über den Grund des Haarbalges empor. Sie hängt mit der inneren Faserhaut zusammen und gleicht in ihrem Bau völlig einer Cutispapille, als welche sie auch ihrer morphologischen Bedeutung nach mit Recht angesehen werden darf.

Der epidermoidale Antheil des Haarbalges ist zum Theile als directe Fortsetzung der Epidermis zu betrachten, zum Theile aber gehört er, seiner Entwicklung zufolge, dem Haare selbst an. Das Stratum *Malpighii* der Epidermis zieht sich, ohne wesentliche Veränderung seines Charakters, bis an den Grund des Haarbalges herab und führt den Namen *äussere Wurzelscheide.* Je nach der Stärke des Haares ist die äussere Wurzelscheide aus einer grösseren oder geringeren Anzahl von Zellenlagen zusammengesetzt, deren äusserste, dem bindegewebigen Antheil des Haarbalges, beziehentlich der Glashaut aufsitzende, stets aus cylinderähnlichen Elementen besteht. Gegen den Grund des Haarbalges hin nimmt die äussere Wurzelscheide an Dicke ab, während zugleich ihre Zellen sämmtlich eine mehr weniger rundliche Gestalt annehmen. An Haaren, welche noch im Wachsthum begriffen sind, übergehen sie endlich ohne irgend eine Grenze in die Rindenzellen des Haarknopfes, während sie an anderen, bereits ausgewachsenen Haaren, von demselben mitunter ziemlich scharf abgesetzt erscheinen.

Das Stratum corneum der Epidermis zieht sich von der äusseren Oeffnung des Haarbalges aus in denselben hinein und behält seine gewöhnliche Beschaffenheit bis zur Stelle, wo die Talgdrüsen einmünden, nur dass die Anzahl seiner Zellenlagen allmälig sich vermindert. Dort findet es sein Ende und macht einer anderen Formation Platz, welche man als *innere Wurzelscheide* bezeichnet. An ihr kann man drei scharf getrennte und aus wesentlich differenten Zellen aufgebaute Schichten unterscheiden. Die äusserste derselben, als *Henle'sche Schichte* bekannt, besteht aus einer Lage von platten, in die Länge gestreckten, kernlosen Zellen, welche sich durch eine gewisse Starrheit und völlig homogenes Aussehen kennzeichnen (vergl. Fig. 102 B). Bei der üblichen Darstellungsweise mit Hülfe verdünnter Säuren lockert sich stets der Verband dieser Zellen an ihren langen Seiten, und es entstehen, je nach der Stärke und Zeitdauer der Säurewirkung, grössere oder kleinere Spalten zwischen

ihnen. Man ist daher gewöhnt, die *Henle'sche* Schichte im isolirten Zustande als ein vielfach zerklüftetes Häutchen zu sehen, was dem natürlichen Zustande keineswegs entspricht. Wodurch die Spalten zu Stande kommen, ob, wie man gewöhnlich annimmt, in Folge der mechanischen Eingriffe beim Zerzupfen, oder, was mir bei der Starrheit der ganzen Membran recht wohl denkbar und wahrscheinlicher wäre, in Folge einer Gestaltveränderung (Verschmälerung) der einzelnen Zellen, dürfte sich wohl kaum sicher entscheiden lassen.

Nach einwärts von der *Henle'schen* Schichte folgt eine einfache, nicht selten auch doppelte Lage von Zellen, welche man gewöhnlich als *Huxley'sche Schichte* aufführt. Die Elemente derselben sind abgeplattete, unregelmässig polygonale, aber stets etwas in die Länge gestreckte Zellen, deren jede einen länglichen, nach Essigsäurezusatz stark granulirten Kern besitzt (vergl. Fig. 102 C).

Die dritte Schichte ist das sogen. *Oberhäutchen der inneren Wurzelscheide;* es schliesst die Hornschichte gegen die Lichtung des Haarbalges zu ab und liegt unmittelbar dem Haare selbst an. Es ist am besten nach Einwirkung von dünner Natronlauge auf den Haarbalg nachzuweisen und zeigt sich seinem Bau nach völlig analog dem Oberhäutchen des Haares.

Gegen den Grund des Haarbalges hin verschwindet allmälig die deutliche Schichtung der inneren Wurzelscheide und ihre Elemente fliessen endlich, gewöhnlich ohne scharfe Grenze, mit den Zellen des Haarknopfes zusammen.

Der Haarbalgmuskel (*Arrector pili*) ist ein Bündel glatter Muskelfasern, welches von dem unteren Dritttheil des Haarbalges, und zwar von dessen äusserer Faserhaut aus, in schief aufsteigender Richtung zur obersten Schichte des Corium hinzieht. Die Lage des Muskels steht in einer constanten Beziehung zu der Neigung des Haarbalges gegen die Hautoberfläche, und zwar ist er stets an jener Seite des Haarbalges zu finden, gegen welche hin derselbe geneigt ist (vergl. Fig. 98); daraus geht hervor, dass der Haarbalg, beziehentlich das Haar, durch den Zug des Muskels der senkrechten Stellung genähert werden muss.

Ausserdem ist jedoch nicht zu übersehen, dass in den Winkel, welchen Haarbalg und Muskel gegen einander bilden, ganz gewöhnlich eine Talgdrüse zu liegen kommt, ja dass der Haarbalgmuskel sehr häufig die äussere Oberfläche derselben geradezu tangirt. Es kann daher keinem Zweifel unterliegen, dass bei der Action des

Muskels ein gewisser Druck auf die Talgdrüse ausgeübt und dadurch die Ausstossung ihres Secretes befördert wird. In der Kopfhaut steht, wie neuerdings *Hesse* ganz richtig hervorgehoben hat, in der Regel ein Haarbalgmuskel zu mehreren Haarbälgen in Beziehung, wo er sich dann in mehrere Bündel zerspaltet. Es steht dieses offenbar mit der gruppenweisen Anordnung der Haare daselbst in Zusammenhang. Ueber die Insertionsverhältnisse der Muskeln vergleiche Seite 512.

Entstehung, Wachsthum und Wechsel der Haare. Diese äusserst interessanten Vorgänge können hier nur mit kurzen Worten berührt werden. Die erste Anlage des Haares und des Haarbalges ist eine gemeinsame und kommt bei menschlichen Embryonen in der 12.—13. Woche des intrauterinalen Lebens zur Beobachtung. Sie erscheint dann als eine kurze, zapfenartige Fortsetzung der Epidermis (*Haarkeim*), welche mit kolbigem Ende in das Corium hineinragt. Während in der allerersten Zeit sämmtliche Zellen derselben eine mehr weniger gleichmässige, rundliche Form besitzen, erscheinen sehr bald die an dem untersten Ende und auch die an der seitlichen Peripherie des Haarkeimes gelegenen Zellen mehr in die Länge gestreckt, annähernd cylindrisch. Allmälig wächst der Haarkeim unter fortgesetzter Vermehrung seiner zelligen Elemente mehr in die Tiefe und nimmt eine flaschenförmige Gestalt an; zugleich bemerkt man eine Differenzirung der Zellen in ihm, indem die in der Achse gelegenen sich zu flachen Spindeln ausgezogen und zu einem gestreckt kegelförmigen Gebilde, mit nach oben gewendeter Spitze und nach abwärts gekehrter, kolbiger Basis, vereinigt haben. Dadurch ist die Trennung zwischen Haar und Haarbalg gegeben; aus dem axialen Gebilde geht das Haar mit der inneren Wurzelscheide hervor, während die peripher gelagerten Zellen sich weiter zu der äusseren Wurzelscheide entwickeln. Parallel mit diesen Vorgängen im Haarkeim geht die Bildung des bindegewebigen Theiles des Haarbalges einher, welche im Wesentlichen auf einer Umordnung des nachbarlichen Corium-Gewebes beruht. Die Haarpapille gibt sich schon bald nach dem Erscheinen des Haarkeimes durch eine circumscripte, stärkere Anhäufung rundlicher oder spindelförmiger Coriumzellen zu erkennen, welche dann, von dem Grunde des Haarkeimes hutartig umwachsen, eine halbkugelförmige oder ovale Gestalt annimmt und sehr frühzeitig schon Blutgefässe enthält. Ist das Haar einmal differenzirt, so durchbricht es bald mit seiner Spitze die innere Wurzelscheide, welche es bis nun

völlig eingehüllt hatte, sowie die Epidermisschichte, von der es noch bedeckt war, und wächst nun ziemlich rasch in die Länge.

Dieser Modus der Entwicklung ist während des fötalen Lebens allen Haaren gemeinsam und liegt auch wahrscheinlich zum Theile der Neubildung von Haaren während des ersten Kindesalters zu Grunde. Ob er auch noch beim erwachsenen Menschen vorkommt, ist sehr zweifelhaft, wenn auch einzelne Autoren (*Wertheim*, *Hesse*) sich mit Bestimmtheit dafür ausgesprochen haben.

Das *Wachsthum* der Haare erfolgt durch fortschreitende Neubildung von epidermoidalen Zellen an dem Grunde des Haarbalges. Dieselben lagern sich an den Haarknopf an, wachsen der Länge nach aus und werden, während sie allmälig verhornen und sich fester aneinanderkleben, durch den fortdauernden Ansatz neuer Zellen immer weiter nach aufwärts geschoben. Es ist also das Wachsthum des Haares nothwendig an die Continuität der Elemente der Wurzelscheiden mit denen des Haarknopfes gebunden und es findet sein Ende, wenn diese gestört ist.

Hat das Haar seine typische Länge erreicht, so kann es, je nach Umständen, noch längere Zeit im Haarbalg verweilen oder es wird abgestossen. Im ersteren Falle erscheint dann der Haarknopf scharf von den Elementen der Wurzelscheide abgegrenzt, mehr oder weniger verhornt, mit ganz glatter Oberfläche. Im zweiten Falle wird der Haarknopf von der Papille abgehoben, seine Elemente verhornen vollständig, er erhält nun die Gestalt eines völlig soliden Zapfens (*Haarkolben*). Dieser erscheint gewöhnlich ganz frei von Pigment, daher hell und durchsichtig, an seinem unteren Ende zugespitzt und an den seitlichen Flächen wie aufgefasert (vergl. Fig. 101 B). Während der abgehobene Haarkolben, sammt der inneren Wurzelscheide, in dem Haarbalge nach aufwärts geschoben wird, sinkt der letztere unter ihm zusammen, so dass der unterste Theil des Haarbalges wie ein dünner Fortsatz des Ganzen erscheint, an dessen Ende die freie Papille deutlich sichtbar ist, und dessen Inneres von den Zellen der äusseren Wurzelscheide ausgefüllt wird. Wodurch das Haar zu dieser Locomotion veranlasst wird, ist noch nicht hinreichend aufgeklärt; wahrscheinlich tragen zufällige, äussere Einwirkungen mit dazu bei.

Bevor es zur völligen Ausstossung des Haares gekommen ist, sieht man häufig über der alten Haarpapille ein neues Haar in Bildung begriffen. Die Elemente desselben stammen von der zurück-

gebliebenen, äusseren Wurzelscheide her und sind häufig durch grossen Pigmentreichthum ausgezeichnet. Zugleich mit dem jungen Haare entsteht auch eine neue innere Wurzelscheide, da die des alten Haares mit diesem ausgestossen wird. Man erkennt sie leicht als einen schmalen, hellen Hof, welcher das entstehende Haar rings umgibt.

Die geschilderten, den Haarwechsel begleitenden Erscheinungen sind im Wesentlichen schon lange bekannt und insbesondere durch gleichzeitige Arbeiten *Kölliker's* und *C. Langer's* sichergestellt worden. Was seither an neueren Beobachtungen und Angaben hinzugekommen ist, ist zumeist noch Gegenstand der Controverse. Erwähnung verdient die bereits hervorgehobene Annahme, dass auch an dem erwachsenen Menschen zum Theile der fötale Bildungsmodus der Haare vorkommen soll.

Nach *Götte* sollen sich in dem ausgebildeten Haarbalge neben dem bereits vorhandenen Haare, ohne Vermittlung einer Haarpapille, aus den Zellen der äusseren Wurzelscheide in verschiedener Höhe des Haarbalges neue Haare (sogen. *Schalthaare*) entwickeln — eine Annahme, die übrigens zu der Thatsache stimmt, dass man öfters in einem Haarbalge mehrere (selbst 3—6) Haare neben einander findet.

Wertheim lässt die Ersatzhaare aus langen Bindegewebssträngen (Haarstengel), welche sich von dem unteren Ende des Haarbalges in die Tiefe ziehen, hervorgehen, wobei sich stets eine neue Haarpapille bilden und das junge Haar in der Regel nicht in den alten Haarbalg hineinwachsen soll. Auch *Stieda* nimmt an, dass beim Haarwechsel die Papille des alten Haares zu Grunde gehe und für das Ersatzhaar aus den Elementen des Corium eine neue gebildet werde; doch leitet er den epithelialen Keim von der äusseren Wurzelscheide des abgestossenen Haares her*).

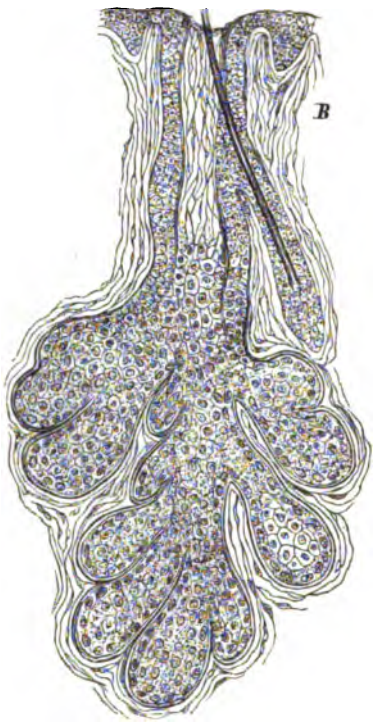
4) Die Talgdrüsen.

Die *Talgdrüsen* (*Haarbalgdrüsen*) sind einfache, im Allgemeinen nach dem acinösen Typus geformte Drüschen, welche in den obersten Lagen der Pars reticularis corii ihren Sitz haben und, wie bereits erwähnt, in constanten Beziehungen zu den Haarbälgen stehen. In dem Bereiche der Kopfhaare sind sie klein, langgestreckt, kolben-

*) Eine während der Correctur dieses Bogens erschienene, das Wachsthum und den Wechsel der Haare unter neuen Gesichtspunkten behandelnde Arbeit *v. Ebner's* konnte leider im Texte nicht mehr berücksichtigt werden.

förmig, meistens zu zweien an jedem Haarbalg vorhanden. An den Barthaaren und den ihnen ähnlichen am Mons Veneris, in der Achselhöhle u. s. w. sind sie erheblich grösser, mehr der Breite nach entfaltet und entweder nur einfach, oder auch zu zwei oder drei in einen Haarbalg einmündend. Am stärksten entwickelt findet man sie an den mit Wollhaaren besetzten Hautstellen, insbesondere an der Nase und ihrer Umgebung und an den grossen und kleinen Schamlippen. Ihrer Gestalt nach sind sie dann theils rundlich (im Gesichte), theils ziemlich stark in die Länge gestreckt (am Rücken), theils auch mehr abgeflacht und in die Breite gedehnt (Haut des Penis) — Verhältnisse, welche wahrscheinlich mit der örtlichen Anordnung des Hautbindegewebes in Zusammenhang stehen (*Hesse*).

Fig. 104.



Längsdurchschnitt einer Talgdrüse mit einem durch ihren Ausführungsgang hervortretenden Wollhaar. Aus der Wangenhaut des Menschen. (Hartnack, Object. VII. Ocul. 8.)

Ohne Beziehung zu Haaren findet man Talgdrüsen nur an den kleinen Schamlippen, an der Eichel und der Vorhaut des Penis (wo sie unter dem Namen der *Tyson'schen* Drüsen vorzüglich die Corona und das Collum glandis, sowie die Umgebung des Frenulum einnehmen) und bei manchen Individuen an dem rothen Lippenrande, hauptsächlich in der Nähe der Mundwinkel (*Kölliker*). Die Beugeflächen der Hand und des Fusses bleiben ganz frei von Talgdrüsen. Als eine besondere Modification derselben sind die *Meibom'schen* Drüsen der Augenlider zu betrachten.

Eine jede Talgdrüse (Fig. 104) besteht aus dem Drüsenkörper und dem Ausführungsgang. Der letztere ist bei kleinen Talgdrüsen ziemlich kurz und eng, seine Elemente sind eine Membrana propria und eine einfache oder doppelte Lage auskleidender, cubischer oder etwas abgeplatteter Zellen. Die letzteren übergehen bei der Ein-

mündung des Ganges in den Haarbalg direct in die Zellen der äusseren Wurzelscheide.

An den grossen Talgdrüsen ist der Ausführungsgang von erheblicher Weite (insbesondere an der Nase), seine Mündung an der Hautoberfläche ist häufig selbst mit freiem Auge leicht zu erkennen. Dem Bau nach unterscheidet er sich insoferne, als seine innere Auskleidung fast bis an den Drüsenkörper hin durch die eingestülpte Epidermis gebildet wird. An irgend einer Stelle, bald höher, bald tiefer wird die Wandung des Ganges in schiefer Richtung durch ein Wollhaar durchbrochen; dabei verschmelzen die Zellen der Wurzelscheiden mit der zelligen Auskleidung des Ganges.

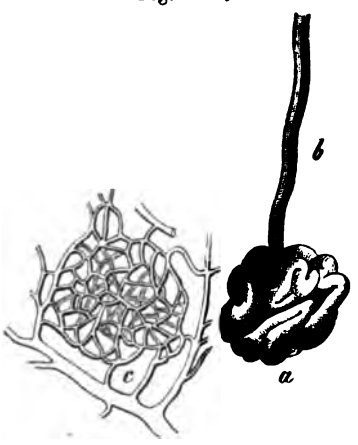
An seinem unteren Ende zerfällt der Ausführungsgang rasch in eine Anzahl von divergirenden Aesten (etwa 3—8), denen sowohl an den Seiten, als auch an den Enden kugelige, ellipsoidische oder birnförmige Ausbuchtungen (Acini) aufsitzen. Diese bilden in ihrer Gesammtheit den Drüsenkörper; derselbe ist jedoch keineswegs streng in sich abgeschlossen, da sich die einzelnen Drüsenformationen zwischen das Flechtwerk des Corium einschieben, und eine gemeinsame Bindegewebshülle nicht vorhanden ist. Diese für die grösseren Drüsen typische Gestaltung findet man an den kleineren wesentlich vereinfacht; diese bestehen aus einer einfachen, dem Gange aufsitzenden, kolbigen Erweiterung, an welcher durch seichtere oder tiefere Einschnürungen eine Mehrheit von Acini gewissermassen nur angedeutet ist. Zwei oder mehrere solcher Bälge können nahe der Mündung zu einem gemeinschaftlichen Gang zusammenfliessen (vergl. Fig. 101 A).

Was den feineren Bau der Drüsenformationen anbelangt, so bestehen sie aus einer strukturlosen Membrana propria und aus einer einfachen Lage von abgeplatteten, fünf- oder sechsseitigen Secretionszellen. Diese sind gewöhnlich ganz hell und durchsichtig, nur mit vereinzelten, feinen Körnchen und Fetttröpfchen besetzt; der etwas abgeflachte Kern tritt in der Regel sehr deutlich hervor. Die Lichtung der Drüsenformationen ist mit zahlreichen, grösseren oder kleineren Fetttröpfchen erfüllt, und aus diesem Grunde erscheinen die Talgdrüsen, in frischem Zustande untersucht, bei Beleuchtung von oben weiss, glänzend, bei Beleuchtung von unten her aber ganz dunkel und undurchsichtig. Wegen dieses Umstandes ist auch die Untersuchung der Drüsenelemente am frischen Objekte sehr erschwert und mit Aussicht auf Erfolg nur nach Härtung in Alkohol, Chromsäure u. s. w. vorzunehmen.

5) Die Schweissdrüsen.

Die *Schweissdrüsen* (*Glandulae sudoriparae, Knäueldrüsen*) bestehen aus einem einfachen Drüsenröhrchen, dessen unterer Theil, vielfach gewunden, zu einem kugeligen oder abgeflachten *Knäuel* zusammengeballt ist, während der obere Theil (der sogen. *Schweissgang — Schweisskanal*) in geradem oder leicht geschlängeltem Zuge durch das Corium gegen die Hautoberfläche verläuft und so gewissermassen den Ausführungsgang des Knäuels repräsentirt. In seinem durch die Epidermis ziehenden Endstück nimmt der Schweisskanal einen korkzieherartig gewundenen Verlauf an, was besonders an Handteller und Fusssohle sehr auffällig hervortritt (vergl. Fig. 98 A).

Fig. 105.



Eine Schweissdrüse mit dem zugehörigen Blutgefässnetz (c), a Knäuel, b Schweisskanal. (Nach Todd und Bowman.)

Die Schweissdrüsen sind fast über das ganze Gebiet der äusseren Haut verbreitet (sie fehlen nur an der Eichel und an dem inneren Blatte der Vorhaut des Penis, sowie in der nächsten Umgebung des Lippenrandes), jedoch an den verschiedenen Regionen in verschiedener Zahl und Grösse vorhanden. Am zahlreichsten sind sie an der Beugeseite der Hand und des Fusses. Ihre Knäuel erreichen da einen ansehnlichen Durchmesser und sind reihenweise, den Leisten der Cutis entsprechend, theils in der untersten Schichte der Pars reticularis, theils im Unterhautbindegewebe eingelagert. Die Mündungen der Kanäle sind schon für das freie Auge als feine, in kurzen, regelmässigen Distanzen neben einander stehende Poren an dem Abhang der Cutisleistchen zu erkennen. Nicht minder reichlich sind sie in der Achselhöhle vorhanden, wo sie eine besondere Grösse erreichen und in dem Unterhautbindegewebe ganz dicht aneinander liegen. Ausserdem kommen in der Achselhöhle noch kleinere, in der Pars reticularis sitzende Knäuel in wechselnder Zahl vor. Ziemlich reichlich sind sie auch an dem Rücken der Hand und des Fusses, an der Stirne und am Halse vorhanden, spärlicher am Rumpfe, und zwar

in etwas geringerer Zahl an der hinteren als an der vorderen Seite desselben. An allen diesen Orten sitzen sie meist in Gruppen von 2—3 neben einander, selten ganz vereinzelt. In der nächsten Umgebung des Afters kommen sie in einer kreisförmigen, etwa 1—1·5 Centimeter breiten Hautzone in beträchtlicher Zahl und Grösse vor und führen den Namen *Circumanaldrüsen* (*Gay*). Als eigenthümliche Abarten der Schweissdrüsen sind die *Ohrenschmalzdrüsen* (*Glandulae ceruminosae*) und die *Schweissdrüsen des Lidrandes* (*Moll'sche Drüsen*) zu betrachten. Die ersteren sind in ihrer äusseren Form ganz gleich den gewöhnlichen Schweissdrüsen, bei den letzteren aber wird der Knäuel durch einige spiralige Windungen des unteren Schlauchendes ersetzt, und die Mündung des Schweisskanales nach aussen erfolgt nicht an die freie Oberfläche, sondern in den Balg eines Cilienhaares. Letzteres, hier die Regel, hat auch ausnahmsweise an anderen Orten seine Analogie, indem z. B. in der Achselhöhle nicht selten der Zusammenfluss eines Schweisskanales mit einem Haarbalge beobachtet werden kann.

Mit Bezug auf die *feineren Bauverhältnisse* ergeben sich manche Differenzen in den verschiedenen Abschnitten der Schweissdrüse, welche namentlich durch die neueren Untersuchungen *Heynold's* näher bekannt geworden sind. Im Bereiche des Knäuels wird das Drüsenröhrchen von einer einschichtigen Lage cylindrischer Zellen ausgekleidet und nach aussen zu von einer zarten Membrana propria begrenzt. Zwischen beiden, also nach einwärts von der Membrana propria, sind constant, aber in sehr wechselnder Zahl, glatte Muskelfasern eingebettet, welche dem Laufe des Röhrchens gleich gerichtet sind. In den grossen Schweissdrüsen (z. B. der Achselhöhle) bilden sie eine völlig geschlossene Lage, in den kleineren Schweissdrüsen sind sie spärlicher und fehlen in den kleinsten Arten gänzlich. Das Bindegewebe, welches zwischen den Windungen des Drüsenkanälchens enthalten ist, ordnet sich an dessen Peripherie zu längslaufenden Zügen und stellt so eine Art von Umhüllung desselben her. Sobald das Drüsenröhrchen aus dem Knäuel austritt und zum *Schweisskanal* wird, verschmälert es sich etwas und erhält eine in zwei bis drei Lagen über einander geschichtete Auskleidung von hellen, cubischen oder leicht abgeplatteten Zellen mit deutlich hervortretenden Kernen. Die Zellen der innersten Lage sind stets durch ihre bedeutendere Grösse ausgezeichnet und tragen an ihrer freien Fläche einen nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure besonders schön ausgeprägten

Cuticularsaum. Der Muskelbelag setzt sich in den Schweisskanal nicht mehr fort, wohl aber die Membrana propria und die bindegewebige Umhüllung, soweit, als derselbe im Corium verläuft. Beim Eintritt in das Rete *Malpighii* verschwindet auch diese und die Zellen, welche den Kanal begrenzen, nehmen völlig den Charakter der umliegenden Zellen der Schleimschichte an und sind auch mit diesen durch gezähnelte Flächen verbunden; auch der Cuticularsaum wird undeutlich und verliert sich völlig. Im Stratum corneum ist der Schweisskanal nur mehr von den aufgelockerten Epidermiszellen begrenzt, deren dem Lumen zugewendeter Theil sich stärker verhornt zeigt.

Die *Ohrenschmalzdrüsen* verhalten sich in ihrem Bau ganz ähnlich den grossen Schweissdrüsen; hervorzuheben ist, dass die Muskelelemente in dem Bereiche des Knäuels sehr zahlreich vorhanden sind, und dass die Drüsenzellen häufig gelbe oder braune, glänzende Pigmentkörnchen und kleinere und grössere Fetttröpfchen enthalten. Die Drüsenzellen sind nach *Heynold*, abweichend von den eigentlichen Schweissdrüsen, mit einem scharf ausgeprägten Cuticularsaum besetzt. Die Zellenbekleidung ihrer Ausführungsgänge ist stets dreischichtig.

Die Blutgefässe der Haut.

Die Haut wird allerwärts von kleinen Arterienzweigchen versorgt, welche aus den tiefen Arterien entspringen, die Fascien durchbrechen und sich über denselben der Fläche nach ausbreiten; constant hängen sie durch anastomotische Aestchen unter einander zusammen. Es ist besonders zu bemerken, dass die Anzahl dieser Arterienzweigchen an verschiedenen Bezirken sehr verschieden ausfällt, so dass z. B. am Rumpfe und an der Streckseite der Extremitäten ein arterielles Gefässchen einen viel grösseren Hautbezirk zu versorgen hat, als an der Beugeseite der Extremitäten. Namentlich an der Hohlhand und Fusssohle ist die Zahl der selbständigen kleinen Hautarterien eine sehr grosse, daher das Ramificationsgebiet einer jeden einzelnen verhältnissmässig klein. Der Rückstrom des Blutes erfolgt durch kleine, im Bereiche der Haut selbst entsprechend den Arterien angeordnete Venenstämmchen, welche sich aber im subcutanen Bindegewebe in stärkere, der Fläche nach verlaufende Venennetze

ergiessen. Aus den letzteren sammeln sich dann die in der Anatomie mit besonderen Namen bezeichneten, subcutanen Venen.

Die Vertheilung der Blutgefässe und die Circulationsverhältnisse in der Haut selbst sind neuerer Zeit durch *Tomsa* in übersichtlicher und durchaus zutreffender Weise dargestellt worden. Nach ihm sind in der Haut allenthalben drei von einander unabhängige Capillargebiete zu unterscheiden, welche durch besondere Zweigchen der Hautarterien gespeist werden und in eigenen Venenwurzeln ihren Abfluss finden; das tiefste gehört dem Fettgewebe an, ein zweites den Schweissdrüsen und ein drittes dem Papillartheile des Corium, mit Inbegriff der Haarbälge und Talgdrüsen. Dem zufolge gibt eine jede Hautarterie in der Pars reticularis corii ein oder mehrere Zweigchen ab, welche sich in die Läppchen des cutanen Fettgewebes vertheilen und in denselben das bereits erörterte (Seite 178) Capillarsystem herstellen. Etwas höher oben entstehen die Zweigchen für die Schweissdrüsen. Dieselben zerfallen in ein Capillarnetz von ganz charakteristischer Form, welches korbartig den Knäuel und die einzelnen Windungen des Drüsenröhrchens umspinnt und durch zwei bis drei Venenwurzeln seinen Abfluss findet. Von den letzteren zieht eine regelmässig längs dem Schweisskanal nach aufwärts, um sich in das venöse Netz der Papillarschichte zu ergiessen, während die anderen in absteigender Richtung verlaufen und ein den zuführenden Arterienzweigchen entsprechendes Venensystem herstellen. Wo mehrere Schweissdrüsen ganz nahe an einander stehen, erhalten sie ein gemeinschaftliches Capillarsystem.

Nach Abgabe der genannten Zweigchen steigt das arterielle Stämmchen in die oberste Schichte des Corium empor und zerfällt dort in mehrere, divergirende Endzweige, aus welchen theils die Capillargefässe der Papillen, theils die der Haarbälge und Talgdrüsen hervorgehen. Die ersteren erheben sich aus einer dicht unter den Basen der Papillen gelegenen, netzförmigen Ausbreitung vorcapillarer Arterienzweigchen und erscheinen in Gestalt einfacher, nur in den stärksten Papillen doppelter Schlingen, deren absteigende Schenkel in ein der Fläche nach ausgebreitetes Gefässnetz mit venösem Charakter sich einsenken. Dieses letztere ist in den mit sehr grossen Papillen versehenen Hautbezirken in doppelter Schichte vorhanden, wobei die oberflächliche Schichte engere, den Hautleistchen entlang gestreckte, die tiefere hingegen rundliche, weitere Maschenräume aufweist. Aus ihm gehen kleine Venenstämmchen hervor, welche in dem Corium nach

abwärts ziehen und sich unter spitzen Winkeln zu stärkeren Venen vereinigen; diese anastomosiren dann bogenförmig unter einander und nehmen im weiteren Verlauf die Venen der Schweissdrüsen und der Fettgewebsläppchen in sich auf.

Die *Haarbälge* beziehen ihre arteriellen Zweigchen aus den obersten Endverästlungen der Hautarterien. Ihre Capillarausbreitungen liegen zwischen den beiden Faserhäuten des Haarbalges und senken sich mit weiten, quergestellten Maschen auch in das Gewebe der inneren Faserhaut ein. In dem oberen Theile des Haarbalges besteht eine ausgiebige Communication seiner Gefässe mit der Ramification für die Cutispapillen und von hier aus tritt auch eine oder die andere Gefässschlinge an die *Talgdrüsen* heran. Die Capillaren des Haarbalges ergiessen ihr Blut in ein unregelmässig geformtes, venöses Netz, welches in der äusseren Faserhaut seinen Sitz hat und mit dem oberflächlichen Gefässnetz der Cutis allseitig in Zusammenhang steht. Die Haarpapille erhält nach *Tomsa* stets ein selbständiges, arterielles Zweigchen, welches in ihr in schlingenförmige Capillaren zerfällt; der Abfluss des Blutes aus diesen erfolgt aber durch das gemeinschaftliche Venennetz des Haarbalges.

Neben den beschriebenen, hervorragenden Gefässausbreitungen enthält die Haut auch noch besondere Capillarsysteme für die Muskeln, für die Ausführungsgänge der Schweissdrüsen und für die stärkeren Nervenstämmchen. Sie sind zumeist Abzweigungen des Gefässgebietes der Pars papillaris. Nur die Tunica dartos erhält ein abgesondertes Gefässsystem und auch die Muskeln der Gesichtshaut werden theilweise von der Tiefe her mit Blut versorgt.

Die Lymphgefässe der Haut.

Durch geeignete Injectionsmethoden kann man in allen Bezirken der Cutis typisch verzweigte und angeordnete, capillare Lymphgefässe darstellen; die Reichhaltigkeit derselben in den verschiedenen Hautbezirken hängt vorzüglich mit der Entwicklung des Papillarkörpers zusammen. Die Lymphcapillaren treten allenthalben zu zwei geschlossenen, der Fläche nach ausgebreiteten Netzen zusammen, welche durch zahlreiche, schräg verlaufende Gefässchen in Verbindung gebracht werden.

Das oberflächliche Netzwerk liegt in dem obersten Theile der Pars papillaris, jedoch stets etwas tiefer, als das oberflächliche Blutgefässnetz; es besitzt feinere Röhrchen und engere Maschen als das tiefliegende Netzwerk und sendet dort, wo die Papillen stark entwickelt sind, in diese hinein theils blinde Ausläufer, theils aber in flachen Bogen gekrümmte Schlingen. Besondere Lymphgefässnetze sind von *Neumann* um die Haarbälge und Talgdrüsen, sowie in der Umgebung der Schweissdrüsen dargestellt worden. Die verhältnissmässig weiten, aber noch klappenlosen Gefässchen, welche von dem tiefen Lymphgefässnetze in das Unterhautbindegewebe ziehen, begleiten typisch die arteriellen Gefässzweigchen und umspinnen dieselben mit capillaren Netzen. Sie nehmen im weiteren Verlaufe die Lymphgefässe des cutanen Fettgewebes auf und gehen erst dann in klappenführende Stämmchen über, welche häufig noch auf lange Strecken im subcutanen Bindegewebe verlaufen.

Die Nerven der Haut.

Die Hautnerven zerfallen bereits in dem subcutanen Bindegewebe in kleine, aus markhaltigen und marklosen Fasern bestehende Aestchen, welche im Allgemeinen in Begleitung der Blutgefässe in das Corium eindringen. Bezüglich ihrer Anzahl an verschiedenen Hautstellen gilt dasselbe, was oben für die arteriellen Gefässchen angeführt worden ist. Insbesondere hervorzuheben ist der grosse Nervenreichthum in der Vola manus und Planta pedis, vorzüglich aber an dem dritten Finger- und Zehengliede.

Während eine Anzahl von Nervenfasern bereits im Unterhautbindegewebe mit *Vater'schen* Körperchen (Seite 235) endiget, dringen die anderen bündelweise mit den Blutgefässen in die oberen Schichten des Corium vor, wo sie einen, je nach der Körperstelle verschieden dichten Plexus bilden. Aus diesem erheben sich theils markhaltige, theils marklose Fasern und treten an die Papillen heran. Die ersteren suchen ausnahmslos die breiteren, die sogen. Nervenpapillen auf, um in *Meissner'schen* Tastkörperchen ihr Ende zu finden. Ueber die Verbreitung derselben vergl. Seite 233. Das schliessliche Verhalten der marklosen Fasern ist noch immer nicht mit Sicherheit bekannt; es scheint, dass sie in den Papillen und überhaupt unmittelbar unter der Epidermis feinste, terminale Netze bilden. *Tomsa*

und *Langerhans* haben bestimmte Beziehungen von marklosen Fasern zu den Capillarschlingen der Papillen beschrieben. Der letztere Forscher, sowie *v. Biesiadecki* u. A. glaubten den Uebertritt markloser Fasern in das Rete *Malpighii* und die Endigung derselben zwischen den Epidermiszellen in Form von Endknöpfchen (*v. Biesiadecki*) oder eigenthümlichen, mit Chlorgold sich intensiv färbenden, sternförmigen Gebilden gesehen zu haben.

An den Haarbälgen sind Netze von marklosen Fasern nachzuweisen, welche sowohl die innere Faserhaut durchziehen, als auch in die Haarpapille eindringen. Die meisten der darüber vorliegenden Untersuchungen beziehen sich übrigens auf die grossen Spürhaare der Säugethiere. Die Talgdrüsen scheinen keine eigenen Nerven zu besitzen, hingegen findet sich bei *Tomsa* die Angabe, dass die Schweissdrüsen von einem reichen Nervennetze umsponnen werden.

Anhang.

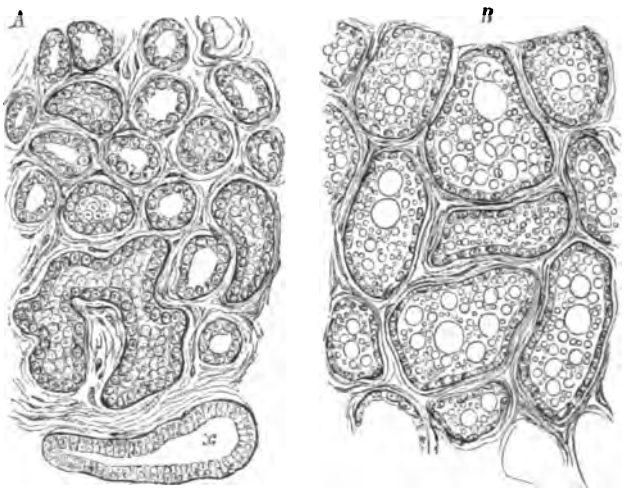
Die Milchdrüsen.

Obzwar für gewöhnlich zu dem Geschlechtsapparate gerechnet, sind die *Milchdrüsen* (*Mammae*) sowohl ihrer Anlage, als auch ihrem Sitze nach als wahre Hautdrüsen zu betrachten. Sie entwickeln sich im Embryo von der Haut aus, bei beiden Geschlechtern ganz gleichmässig, und machen auch bei Knaben und Mädchen bis gegen den Eintritt der Pubertät denselben Entwicklungsgang durch. Erst von da an schreitet die Entfaltung der Drüse bei Mädchen rasch vorwärts, während sie bei Knaben meist stationär bleibt. Zur vollendeten Ausbildung und damit zur Functionstüchtigkeit gelangt die Drüse erst, wenn Schwangerschaft eingetreten und bis gegen ihr Ende gediehen ist. Dieses Stadium soll zunächst zum Ausgangspunkt der Beschreibung gewählt und dann der Zustand der Drüse in den übrigen Lebensepochen berücksichtiget werden.

Zu Ende der Schwangerschaft zeigt die Milchdrüse ganz entschieden alle Charaktere einer acinösen Drüse. Die Ausführungs-

gänge, ungefähr 20 an Zahl, münden alle gesondert an der Spitze der Brustwarze mit feinen Oeffnungen, nachdem ein jeder kurz vorher unter dem Warzenhofe eine länglich birnförmige, meist mit Ausbuchtungen versehene Erweiterung (*Milchsäckchen, Sinus lacteus*) gebildet hat. Einem jeden Ausführungsgang entspricht ein wohl umschriebener Lappen der Drüse, innerhalb dessen er sich dendritisch ramificirt. Den Endausläufern der Gänge sitzen kleinere oder grössere Gruppen von kugeligen oder oblongen Drüsenbläschen auf. Die letzteren sind von einer Membrana propria umgeben, welche an ihrer

Fig. 106.



A Durchschnitt durch die Milchdrüse einer trächtigen Hündin; bei x der Querdurchschnitt eines Drüsenganges.
B Aus einem Durchschnitte durch die Milchdrüse einer säugenden Hündin, zwei Wochen nach dem Wurf. (Hartnack, Object. VIII. Ocul. 2.)

äusseren Oberfläche jene sternförmigen Figuren erkennen lässt, wie sie auch bei Speicheldrüsen u. s. w. vorkommen (vergl. Seite 331). Ihre Auskleidung wird von einer einfachen Lage cubischer, mit grossen kugeligen Kernen versehener Secretionszellen gebildet. Die Lichtung der Acini ist bald ganz eng, bald etwas weiter und mit einer homogenen oder von spärlichen, kleinen Fetttröpfchen durchsetzten Flüssigkeit erfüllt (Fig. 106). Die Wandung der Drüsengänge wird durch fibrilläres Bindegewebe hergestellt, welches vorwiegend circulär angeordnet und nur in den äussersten Schichten mit feinen, elastischen Fasernetzen durchsetzt ist; nach einwärts zu

zeigt es eine verdichtete Grenzschichte, welche sich erst an den feineren Verzweigungen zu einer selbständigen Membrana propria gestaltet. Als innere Auskleidung der Gänge findet sich durchwegs eine einschichtige Lage von cylindrischen Zellen.

Das interstitielle Bindegewebe der so ausgebildeten Milchdrüse ist ziemlich locker gewebt, so dass man ohne Schwierigkeit die einzelnen Drüsenläppchen ausschälen kann, und in den meisten Fällen mit Fettgewebe und vereinzelten Fettzellen durchsetzt.

Während der *Lactationsperiode* zeigt sich die histologische Beschaffenheit der Milchdrüse insoferne verändert, als die Drüsenbläschen und Drüsengänge stets erheblich ausgeweitet und mit zahlreichen, grösseren und kleineren Fetttröpfchen (*Milchkügelchen*) erfüllt sind. Dabei erscheinen die Drüsenzellen, und insbesondere ihre Kerne, mehr abgeflacht, in verschiedenem Grade mit Fetttröpfchen besetzt.

Wird die Brustdrüse nicht mehr durch das Säugen in Anspruch genommen, so vermindert sich sehr bald ihre secretorische Thätigkeit; die Drüsenbläschen nehmen zunächst wieder einen ähnlichen Charakter an, wie er ihnen gegen Ende der Schwangerschaft eigen war, verkleinern sich aber bald noch mehr und stehen dann dicht gedrängt um die noch immer stark erweiterten Endäste der Drüsengänge herum. Das interstitielle Bindegewebe tritt gegenüber den Drüsenformationen mehr hervor.

Ganz abweichend von dem bisher geschilderten Verhalten erweist sich die Milchdrüse bei jungfräulichen Personen und während des Kindesalters. Nach den Untersuchungen *C. Langer's*, welchem wir vor Allen unsere Kenntnisse über den eigenthümlichen Entwicklungsgang der Milchdrüsen verdanken, fällt ihre erste Anlage bereits in den dritten Monat des *embryonalen* Lebens. Im 4—5. Monate findet man bereits eine Anzahl von Drüsengängen unter der Haut des Warzenhofes, welcher als eine kreisrunde, völlig haarlose Hautstelle leicht kenntlich ist; eine Warze ist zu dieser Zeit jedoch nicht vorhanden, vielmehr sinkt die Haut in der Mitte der Areola zu einem seichten Grübchen ein. Dieses letztere ist der Ausgangspunkt der Drüsengänge, welche theils als kurze, kolbenförmige Gebilde, theils als länger gestreckte Röhrchen mit ausgebuchtetem, blindem Ende erscheinen und radienartig um das centrale Grübchen angeordnet sind. Beim *neugeborenen* Kinde findet man die Brustdrüse als einen wohl umgrenzten Körper, dessen Hauptmasse aus Bindegewebe besteht; in diesem laufen nach allen Richtungen die Drüsengänge aus, welche nun sämmtlich einmal oder zwei- bis dreimal verästigt

sind und ein kolbiges, mehrfach gebuchtetes, blindes Ende besitzen. Im Laufe des Kindesalters, etwa bis zum 11—12. Jahre, besteht das Wachsthum der Milchdrüse, bei Mädchen sowohl wie bei Knaben, darin, dass die Ramification der Drüsengänge durch allmälige Abgabe von seitlichen Aesten sich vervielfältigt, ohne dass es zur Bildung von eigentlichen Acini kommt. Jedoch zeigen sich häufig individuelle, von dem Alter und Geschlecht unabhängige Verschiedenheiten sowohl in Bezug auf die Ausbildung des Gangwerkes, als auch in Betreff der äusseren Form und Begrenzung der ganzen Drüse.

Mit dem Eintritt der Geschlechtsreife erst beginnt die Verästlung der Drüsengänge bei Mädchen viel rascher und weiter vorwärts zu schreiten als bei Knaben.

Die Brustdrüse der *mannbaren Jungfrau* stellt einen allseits wohl begrenzten, compacten Körper, ohne irgend eine Andeutung von Lappenbildung dar. Der bei weitem überwiegende Bestandtheil desselben ist fibrilläres Bindegewebe, welches wegen der festen und innigen Durchflechtung seiner Bündel ein derbes, fast sehnenähnliches Gefüge besitzt; niemals kommen Fettgewebsläppchen in ihm vor, nur ganz selten vereinzelte, fetthaltige Bindesubstanzzellen. In Lücken dieses Gewebes breiten sich nun die Ramificationen der Drüsengänge aus, wegen der scheibenartigen Form des ganzen Organes, vorwiegend in radiärer Richtung.

In Betreff derselben hat *C. Langer* die interessante Erfahrung mitgetheilt, dass sie nur an der äussersten Peripherie des Organes zu Formationen sich entfalten, welche dem acinösen Drüsenbau vollständig entsprechen, indem nur hier den feinsten Enden der Gänge grössere Gruppen von kugeligen Drüsenbläschen aufsitzen, und demgemäss auch für das freie Auge schon erkennbare Drüsenläppchen vorkommen. In dem ganzen übrigen Bereiche der Drüse findet man nur gröbere, wenig verzweigte Gänge mit einfach kolbigen oder mehrfach ausgebuchteten Enden.

In diesem Zustande verharrt die Milchdrüse, bis sie in Folge von eingetretener Schwangerschaft durch weitere Ramification der Drüsengänge und durch Entstehung massenhafter Drüsenbläschen ihre vollständige Ausbildung erreicht. Während dessen geht aber die derbe Beschaffenheit des Bindegewebsstromas völlig verloren, dasselbe wird aufgelockert und ordnet sich um die allmälig an Masse zunehmenden Drüsenformationen in derselben Weise an, wie es bei anderen acinösen Drüsen vorgefunden wird.

In den *climacterischen Jahren* kommt es unter allen Umständen, ob Schwangerschaft vorausgegangen war oder nicht, zu einer Involution der weiblichen Brustdrüse; es schwinden dabei die Drüsenbläschen vollständig und zum grösseren Theile wohl auch die feineren Verzweigungen des Gangwerkes. Die Reste des letzteren werden durch lockeres Bindegewebe umgeben, welches reich mit elastischen Fasernetzen durchsetzt ist.

Bei *erwachsenen Männern* fehlt die Brustdrüse niemals vollständig. In der Mehrzahl der Fälle findet sie sich in einem Zustande, wie er bei neugeborenen Kindern die Regel ist, d. h. die Drüsengänge sind verhältnissmässig kurz, wenig ramificirt und endigen mit kolbigen Anschwellungen. Es ist also in diesen Fällen eine Rückbildung der Drüse von der Zeit der beginnenden Pubertät an eingetreten. In anderen, keineswegs seltenen Fällen beobachtet man auch bei Männern etwas voluminösere Brustdrüsen mit reicher verzweigten Drüsengängen, ähnlich jenen in den centralen Partien des jungfräulichen Organs. Niemals aber kommt es zur Bildung von wahren Drüsenbläschen (*C. Langer*).

An der *Brustwarze und an dem Warzenhofe* ist die Haut durch stärkere Pigmentirung, durch das Auftreten besonders grosser Cutispapillen und durch die Einlagerung zahlreicher, glatter Muskelfasern ausgezeichnet. Die Pigmentirung rührt von der Ansammlung gelblicher oder bräunlicher Farbstoffkörnchen in den tiefsten Zellenlagen der Epidermis her; sie nimmt bekanntlich während der Schwangerschaft an Intensität bedeutend zu. Die Cutispapillen, von bedeutender Länge und Breite haben häufig verästigte Spitzen und führen theils Gefässschlingen, theils Nervenendkörperchen. Die Muskulatur durchzieht mit netzartig angeordneten Bindegewebsbündeln die tieferen Schichten des Corium und des subcutanen Bindegewebes und umstrickt die Milchgänge bis nahe an die Spitze der Brustwarze. In der letzteren finden sich namentlich zahlreiche, von der Basis gegen die Spitze verlaufende Muskelbündel. Die Cutis sowohl, wie das subcutane Bindegewebe, bleiben im Bereiche des Warzenhofes völlig frei von Fettgewebe.

Gegen das Ende der Schwangerschaft und während der Lactation findet man gewöhnlich im Bereiche des Warzenhofes eine Anzahl rundlicher, etwa hirsekorngrosser Höckerchen, die sogen. *Montgomery'schen Drüsen*. Es entsprechen diesen kleine, accessorische Milchdrüsenläppchen, welche unmittelbar unter der Haut der Areola

gelegen sind und deren Ausführungsgang an der Kuppe des Höckerchens mündet.

Die *Blutgefässe* der Brustdrüse weichen bezüglich ihrer Vertheilung insoweit von den meisten anderen acinösen Drüsen ab, als die Ramification der grösseren Stämmchen nicht entlang den Drüsengängen erfolgt, da das Organ durch Zweige vieler in der Nachbarschaft gelegener Gefässe versorgt wird und dieselben daher von verschiedenen Seiten her in das Parenchym eindringen. Die Gestaltung des Capillarnetzes in der ausgebildeten Drüse entspricht hingegen völlig dem für acinöse Drüsen allgemein gültigen Schema.

Die *Lymphgefässe* der Brustdrüse sind noch nicht näher erforscht. Ebenso sind die Endausbreitungen der *Nerven* in dem Parenchym noch unbekannt. In der Brustwarze kommen in erheblicher Zahl Papillen vor, welche keine Gefässschlingen, hingegen nahe der Spitze ein *Meissner'sches* Tastkörperchen enthalten.

X. Kapitel.

Die Sinnesapparate.

Wenn man gewisse Theile des Körpers unter der Bezeichnung der Sinnesapparate zu einer Gruppe zusammenfasst, so geht man dabei zunächst von physiologischen Gesichtspunkten aus, indem man alle jene Einrichtungen des Organismus herbeizieht, welche geeignet sind, gewisse Vorgänge und Zustände der Aussenwelt unserem Bewusstsein zugänglich zu machen. Man bezeichnet daher auch die Sinnesapparate nicht nach ihren besonderen morphologischen Charakteren, sondern nach der Qualität der Leistung, zu welcher jedes einzelne durch seinen specifischen Bau befähiget ist.

Wie mannigfach sich der letztere bei den verschiedenen Sinnesapparaten auch gestalten möge, so haben doch alle das Gemeinsame an sich, dass sie die peripheren Ausbreitungen sensibler Nerven enthalten, an welche eigenthümliche Terminalapparate geknüpft sind. Diesen kommt die Fähigkeit zu, durch eine bestimmte Kategorie von äusseren Vorgängen (adäquate Reize) angesprochen, in den Nervenfasern, mit denen sie in Zusammenhang stehen, den Zustand der Erregung herbeizuführen. Bei allen Sinnesapparaten, mit alleiniger Ausnahme des Tastwerkzeuges, sind die Terminalapparate als *modificirte Epithelialformationen* zu betrachten, welche entweder eine besondere Gewebsschichte darstellen (z. B. beim Sehapparat) oder in wahren Schleimhautepithelien eingestreut sind (z. B. beim Geschmacksapparat). Um diese Analogie in dem morphologischen Charakter zum Ausdruck zu bringen, hat man die für die adäquaten Reize empfindlichen Flächen als *Sinnesepithelien* (*Neuroepithelien*) bezeichnet. Dieselben bilden somit den wesentlichsten Bestandtheil der Sinnesapparate.

Bei einzelnen derselben (Sehapparat, Gehörapparat) kommen dazu noch eigenartig beschaffene Vorbaue, deren Einrichtung darauf hinzielt, die adäquaten Reize in geeigneter Weise den empfindenden Flächen zuzuleiten, und endlich noch accessorische Bestandtheile, wie Muskeln, Schutzvorrichtungen u. s. w.

Von den fünf Sinnesapparaten sind zwei — der Tast- und Geschmacksapparat — bereits in vorhergehenden Kapiteln behandelt worden, da sie mit Körpertheilen verknüpft sind, denen ausserdem

noch andere Functionen zugewiesen sind. Es erübriget daher nur noch die Beschreibung jener Sinnesapparate, welche entweder im wahren Sinne des Wortes eigenartige Organe des Körpers darstellen, oder doch eine gewisse räumliche Selbständigkeit besitzen — es sind dies der *Seh-*, der *Gehör-* und der *Geruchsapparat.*

I. Der Sehapparat.

Von dem Sehapparat kommen hier in Berücksichtigung, als wichtigster Bestandtheil: der *Augapfel* mit dem *Sehnerven,* als accessorische Bestandtheile: der *Thränenapparat* mit Einschluss der *Bindehaut* und der *Lider.*

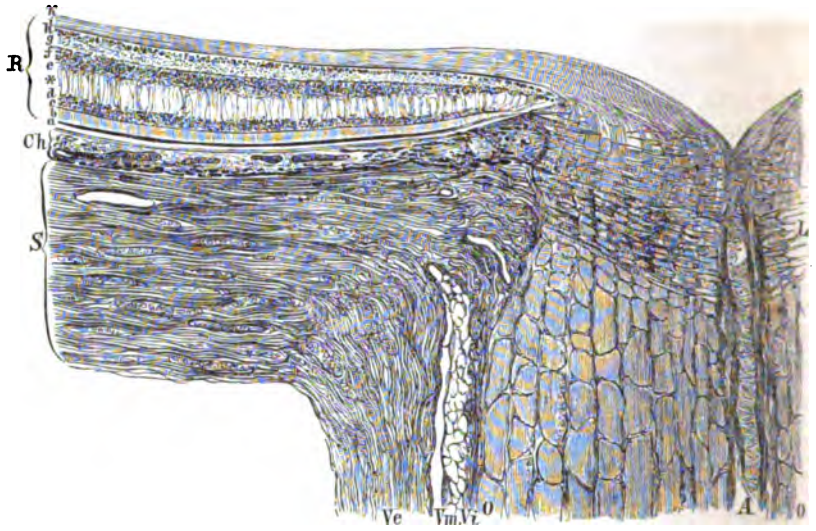
Der *Augapfel* ist bekanntlich eine geschlossene Kapsel, an welcher man eine dreischichtige Schale und einen theils geformten, theils flüssigen Inhalt unterscheidet. Die äusserste Schichte der Schale (*Tunica externa*) ist eine Bindegewebshaut, deren vorderster, durchsichtiger Abschnitt — die *Hornhaut* — in seinem Bau von dem übrigen, undurchsichtigen Theile — der *weissen Augenhaut* — abweicht. An sie schliesst sich die mittlere Augenhaut (*Tunica vasculosa*) mit ihren beiden Abschnitten — der *Aderhaut* und der *Regenbogenhaut* — an, und die innerste Schichte wird durch die *Netzhaut* gebildet, welche die Endausbreitung des Sehnerven und das daran geknüpfte Sinnesepithel enthält. Als geformte Theile des Inhaltes kommen die *Krystallinse* und der *Glaskörper* in Betracht.

1) Sehnerv und Augapfel.

Der **Sehnerv (Nervus opticus).** Er bietet in Betreff seines Aufbaues manche Eigenthümlichkeiten dar und bedarf daher einer besonderen Beschreibung. Nachdem er aus dem Chiasma opticum, (in welchem, nach neueren Untersuchungen [*v. Biesiadecki, Michel*] eine Kreuzung sämmtlicher Fasern beider Sehnerven stattfindet) ausgetreten ist, stellt er in seinem intracraniellen Theile einen abgeplatteten, nur von der Pia mater bekleideten Strang dar. Erst bei seinem Durchtritt durch das Foramen opticum nimmt er eine drehrunde Gestalt an und erhält eine derbere, festere Umhüllung. Diese entstammt der Dura mater, deren äussere Gewebslagen an der Umrandung des Foramen opticum festhaften und in die Periorbita übergehen, wogegen sich die inneren an den Sehnerven anschliessen

und die sogenannte *fibröse Scheide* desselben bilden. Beim Eintritt des Sehnerven in den Augapfel setzt sich diese unmittelbar in das Gewebe der Sklera fort. Da aber auch die weichen Hirnhäute mit ihren Elementen sich auf den Sehnerven fortpflanzen, so erhält die Bindegewebshülle seines intraorbitalen Theiles drei getrennte Schichten, welche, dem Bau und dem ganzen Verhalten nach, leicht ihre Zusammengehörigkeit mit den drei Häuten des Gehirnes erkennen

Fig. 107.



Horizontaldurchschnitt durch die Häute des menschlichen Augapfels an der Eintrittsstelle der Sehnerven. Von dem letzteren ist noch etwas mehr als die laterale Hälfte in die Zeichnung einbezogen. (Chromsäure-Präparat.)

Ve Duralscheide, Vm Arachnoidealscheide, Vi Pialscheide des Sehnerven, von O-O Nervenfaserbündel desselben. A Arteria centralis Retinae, L Lamina cribrosa. —

S Durchschnitt der Sklera, Ch Chorioidea, R Retina. An der letzteren erkennt man die aufeinander folgenden Schichten: a Pigmentschicht, b Stäbchenschichte, c Membrana limitans externa, d äussere Körnerschichte mit der äusseren Faserschichte *, e Zwischenkörnerschichte, f innere Körnerschichte, g moleculäre Schichte, h Ganglienzellenschichte, i Nervenfaserschichte, k Membrana limitans interna. Die Abbildung ist mit Hartnack Object. II. aufgenommen und mit Object. V. Ocul. 2 das Detail eingezeichnet.

lassen. Man bezeichnet denn auch die äussere Schichte als *Duralscheide,* die mittlere als *Arachnoidealscheide* und die innere als *Pialscheide* (*Key* und *Retzius*, *Schwalbe*), ebenso wie die zwischen ihnen bleibenden Räume als *Subdural-* und *Subarachnoidealraum* des Nervus opticus benannt werden, da sie die unmittelbare Fortsetzung der analogen Räume der Schädelhöhle darstellen.

Mit Bezug auf die einzelnen Sehnervenscheiden ist noch folgendes zu bemerken.

Die *Duralscheide* ist aus ziemlich starken, abgeplatteten Bindegewebsbündeln zusammengesetzt und mit spärlichen, feinen elastischen Fasernetzen durchzogen. Die Verlaufsrichtung der ersteren ist eine vorwiegend longitudinale; nur in der Nähe des Augapfels treten in den tieferen Schichten circulär angeordnete Faserbündel in grösserer Menge hervor. Die abgeplatteten Bindesubstanzzellen sind ohne nachweisbare Gesetzmässigkeit zwischen den faserigen Elementen eingelagert, ordnen sich aber an der inneren Fläche der Duralscheide, diese abschliessend, zu einer continuirlichen, endothelialen Schichte.

Die *Arachnoidealscheide* ist ein äusserst zartes Häutchen, welches sich gewöhnlich ganz innig an die Duralscheide anschmiegt. Ihre Darstellung gelingt am besten, wenn man von dem Subduralraum des Schädels her eine nur wenig mit Carmin gefärbte Leimmasse zwischen die Scheiden des Sehnerven einspritzt, wobei stets die Arachnoidealscheide nicht nur von der äusseren, sondern auch von der inneren Scheide abgehoben, d. h. sowohl der Subduralraum als der Subarachnoidealraum des Sehnerven erfüllt wird. Quer- und Längsdurchschnitte des letzteren geben dann sehr lehrreiche Bilder. Man sieht, wie sich von der Arachnoidealscheide ein zierliches Netzwerk feiner Bindegewebsbälkchen abzweigt und den ganzen Subarachnoidealraum bis an die Pialscheide hin durchzieht, während in dem Subduralraum nur ganz vereinzelte dünne Fäserchen ausgespannt sind. Mit Bezug auf den feineren Bau besteht die Arachnoidealscheide aus einem feinen Gitterwerk dünner Bindegewebsbündel, über welches sich endothelartig geschlossene Häutchen von flachen Bindesubstanzzellen ausbreiten. Auch die stärkeren Bälkchen des den Subarachnoidealraum durchziehenden Netzwerkes sind von Endothelzellen eingescheidet. Sie zeigen übrigens nach Zusatz von verdünnten Säuren genau dieselben Quellungsbilder, welche (Seite 123) an den analogen Formationen des cerebralen Subarachnoidealraumes beschrieben worden sind.

Beim Eintritt des Sehnerven in den Bulbus zerfällt, wie ich an vielen Präparaten gefunden habe, die Arachnoidealscheide in feine Bälkchen, welche denen des Subarachnoidealraumes völlig gleichen und sich auch an sie anschliessen. In Folge dessen entsteht zwischen diesem und dem vordersten, blinden Ende des Subduralraumes eine ausgiebige Communication (vgl. Fig. 107).

Die *Pialscheide* umschliesst den eigentlichen Kern des Sehnerven

ganz fest und sendet Dissepimente in denselben hinein. Man kann an ihr eine äussere derbere, vorwiegend aus quer geordneten Bindegewebsfasern zusammengesetzte Schichte unterscheiden, welche das Balkennetz des Subarachnoidealraumes in sich aufnimmt und mit einer endothelialen Zellenbekleidung versehen ist; die innere Schichte ist zarter gewebt und vorwiegend längsfaserig. Sie ist es, welche die erwähnten Dissepimente in das Innere des Sehnerven abgibt und so mit dem bindegewebigen Stroma desselben auf das innigste zusammenhängt.

Auch die Anordnung dieses letzteren zeigt besondere, vor längerer Zeit schon durch *Klebs* aufgedeckte Eigenthümlichkeiten. Es ziehen sich nemlich zwischen den Nervenfaserbündeln verhältnissmässig starke, längsverlaufende Bindegewebsstränge hin, welche in kurzen Intervallen durch zahlreiche feinere, der Quere nach gerichtete, oft verzweigte Bälkchen verbunden werden. Es baut sich so ein der Länge nach gestrecktes Gitterwerk auf, in dessen Lücken die Bündel der Nervenfasern gelegen sind. Beim Durchtritt des Sehnerven durch die Sklera verschmilzt die Pialscheide mit der letzteren und das bindegewebige Stroma mit dem Balkenwerk der Lamina cribrosa.

Was nun die *nervösen Elemente* des Sehnerven betrifft, so sind dieselben äusserst feine, markhaltige Fasern, welche an Zupfpräparaten sich ähnlich, wie die der weissen Substanz der Centralorgane verhalten, daher es auch für sie wahrscheinlich ist, dass sie einer *Schwann'schen* Scheide entbehren. Sie sind zu zahlreichen, dünnen Bündeln gruppirt, welche ab und zu durch Faseraustausch zusammenhängen. Zwischen die Fasern eines Bündels dringt das früher beschriebene, fibrilläre Stützgewebe niemals ein, hingegen sind dieselben durch eine der Neuroglia ähnliche Substanz ziemlich fest an einander gekittet. Dieser gehören auch die an Carminpräparaten zwischen den Nervenfasern in grosser Zahl hervortretenden, ellipsoidischen Kerne an. An dem vordersten Ende des Sehnerven werden die gegenseitigen Anastomosen der Nervenfaserbündel immer zahlreicher, diese selbst, sowie der ganze Querschnitt des Nerven auffallend schmäler. Das letztere ist darin begründet, dass die Nervenfasern an dieser Stelle ihre Markscheide verlieren und von nun an als nackte Axencylinder weiter verlaufen.

Als eine besondere Eigenthümlichkeit des Sehnerven ist endlich hervorzuheben, dass er eine Strecke weit die Arteria centralis retinae in sich beherbergt. Sie entsteht aus der Arteria ophthalmica oder

aus einem ihrer hinteren Aeste und dringt, von einer Vene begleitet, ungefähr in der Mitte des intraorbitalen Theiles des Sehnerven in schiefer Richtung in die Substanz desselben ein; sie verlauft weiterhin, in seiner Axe gelegen, bis in den Bulbus, um dort ihre Ausbreitung in der Netzhaut zu finden. Arterie und Vene besitzen im Bereiche des Sehnerven eine eigene Umhüllung aus fibrillärem Bindegewebe, deren Elemente allerwärts mit dem Stroma des Sehnerven zusammenhängen, insbesondere aber sich in ausgiebiger Weise an der Bildung der Lamina cribrosa betheiligen.

Die weisse Augenhaut (harte Augenhaut, Sklera) trägt alle histologischen Charaktere einer derben, fibrösen Membran an sich. Sie ist in ihrem hinteren Umfang, wo sie mit den Scheiden des Sehnerven verschmilzt, am dicksten und verdünnt sich allmälig gegen den Aequator des Auges zu. Vor demselben wird sie durch die Einpflanzung der Sehnen der geraden Augenmuskeln wieder erheblich verstärkt. Ihr Gewebe besteht der Hauptmasse nach aus feinen Bindegewebsbündeln, welche sich nach den verschiedensten Richtungen überkreuzen und durcheinander flechten. Es ist kaum thunlich, im Allgemeinen äquatoriale und meridionale Faserbündel besonders hervorzuheben, da diesen fast allerorts ebenso viele, zu diesen Richtungen verschieden geneigte und auch zur Dickendimension schief gerichtete Bindegewebsbündel eingewebt sind. Ein auffallendes Vorwiegen meridionaler Bündel wird nur durch die Einstrahlung der Sehnen der geraden Augenmuskeln in dem vorderen, verdickten Theile der Sklera hervorgerufen, wohingegen unmittelbar vor dem Uebergang der Sklera in die Hornhaut stets eine grosse Zahl stärkerer, äquatorial verlaufender Faserbündel zum Vorschein kommt. Zwischen den leimgebenden Bündeln ziehen sich allenthalben feine, elastische Fasernetze hin, spärlicher in den äusseren Schichten, in ziemlich dichter Anhäufung gegen die innere Oberfläche der Sklera.

Von den *Bindesubstanzzellen* der weissen Augenhaut sind zweierlei Arten zu unterscheiden; die einen sind dünne farblose, durchsichtige Schüppchen, mit flachen länglichen Kernen versehen; sie bilden bei weitem die Mehrzahl und sind durch das ganze Gewebe der Sklera zerstreut; die anderen treten durch ihren Gehalt an Pigmentkörnchen viel auffälliger hervor, sind aber beim Menschen nur sehr spärlich, bei den meisten Thieren hingegen reichlicher vorhanden. Auch sie stellen sich als flache, hyaline Plättchen dar, denen die Farbstoffkörnchen

in langgestreckten, eckigen oder strahlenförmigen Figuren eingebettet sind. Als die Lagerstätten der Bindesubstanzzellen kann man durch Silberbehandlung ein System unregelmässig geordneter und verschieden gestalteter Saftlücken nachweisen.

An der äusseren Oberfläche ist das Gewebe der Sklera keineswegs scharf abgeschlossen; es zweigen sich vielmehr von ihm eine grosse Zahl zarter Bindegewebsbündel ab, welche zur Bildung eines dünnen, an dem Bulbus leicht verschiebbaren Häutchens zusammentreten. Dieses schlägt sich vorne auf die Muskelsehnen, nach rückwärts aber auf den Sehnerven hinüber. Es ist nichts Anderes als das innere Blatt jener Membran, welche als *Tenon'sche Kapsel* bekannt ist. An dem vordersten Abschnitte der Sklera zweigen sich in derselben Weise ihre Elemente vielfach in das subconjunctivale (episklerale) Bindegewebe ab. Ebensowenig bietet die Innenseite der Sklera eine freie, geglättete Fläche dar, indem von ihr aus reichliche Gewebselemente zur Chorioidea herübergespannt sind. Löst man die letztere an einem frischen Auge von der ersteren ab, so wird die Gewebsverbindung zwischen beiden zerrissen, und es bleiben sowohl an der inneren Oberfläche der Sklera, als auch an der äusseren der Chorioidea lockere, lamellöse Reste derselben haften. Der Theil, welcher der Sklera anhängt, gibt sich sofort durch seine gelbbraune Farbe zu erkennen und führt den Namen *Lamina fusca sklerae (Brücke)*, den anderen Theil, welcher mit der Chorioidea in Zusammenhang bleibt, werden wir als *Lamina suprachorioidea* kennen lernen. Beide bestehen demgemäss aus denselben Elementen, unter welchen zarte elastische Fasernetze und pigmentführende Zellen die hauptsächlichsten sind. Die letzteren zeigen eine ausserordentliche Mannigfaltigkeit nach Grösse und Form, sowie nach ihrem Gehalt an Pigment. Meist sind sie abgeplattet, den in der Sklera beschriebenen ähnlich, zum Theil aber spindel- oder sternförmig, mit feineren und gröberen Fortsätzen versehen; nicht selten auch sind einzelne kugelige Formen zu finden. Gewöhnlich ist die Stelle des Kernes als ein ovaler, pigmentfreier Fleck an ihnen zu erkennen. Neben diesen charakteristischen Zellenformen findet man gewöhnlich noch lymphoide Zellen in wechselnder Zahl eingestreut.

Schwalbe und nach ihm mehrere andere Autoren haben an der Innenfläche der Sklera einen aus besonders grossen Zellen gebildeten Endothelbelag beschrieben, welcher durch Behandlung mit Silbersalpeter nachgewiesen werden kann.

Es ist bereits oben des Zusammenhanges der weissen Augenhaut mit den Scheiden des Sehnerven gedacht worden und auch des Durchbruches der Opticusfasern durch die erstere Erwähnung geschehen. Bei manchen Thieren, z. B. Frosch, erfolgt derselbe einfach durch eine kreisrunde, scharf begrenzte Lücke der Sklera, bei den meisten übrigen jedoch, und beim Menschen, ist die Durchbruchsöffnung von einem bindegewebigen Gitterwerk — der *Lamina cribrosa* — durchzogen. Dieselbe wird hergestellt durch Faserzüge, welche sich aus dem Gewebe der Sklera abzweigen, netzartig zwischen die hier schon fein gewordenen Nervenfaserbündel des Opticus eindringen und in querer Richtung dieselben umgreifen. Während sie sich einerseits in der Axe des Sehnerven mit der Bindegewebsscheide der Centralgefässe in Zusammenhang setzen, ja zum Theil aus derselben zu entspringen scheinen, besteht andererseits eine ununterbrochene Continuität zwischen ihnen und dem fibrillären Stroma des Sehnerven. Von dem letzteren unterscheidet sich das Gitterwerk der Lamina cribrosa durch das Vorwiegen und das stärkere Caliber der quer verlaufenden Balken und durch die verhältnissmässig geringe Entwicklung der Längsbalken. Man kann übrigens an Längsschnitten des vorderen Sehnervenendes stets zwei scharf abgesetzte Schichten der Lamina cribrosa unterscheiden (vgl. Fig. 107); die hintere, in der Ebene der Sklera gelegene, ist durch stärkere Querbalken und weitere Maschenräume, die vordere, bereits in der Ebene der Aderhaut gelegene, durch feine Bälkchen und engere Maschenräume ausgezeichnet. Es kann nicht bezweifelt werden, dass die letztere Schichte mit dem Gewebe der Aderhaut zusammenhängt. Ich glaube dies, gegenüber *Schwalbe,* bestimmt betonen zu können, da man an dünnen Durchschnitten den Uebergang des feinen Balkennetzes in die Stromaelemente der Aderhaut ganz gut erkennen kann; überdies spricht auch der Umstand dafür, dass die Blutgefässe der Aderhaut mit denen der Lamina cribrosa recht ausgiebig anastomosiren.

Ausser dieser grösseren Lücke ist die Sklera an verschiedenen Stellen mit feinen Oeffnungen für die durchpassirenden Arteriae und Nervi ciliares und für die Venae vorticosae versehen. In denselben sind die genannten Gebilde durch lockeres Bindegewebe mit dem Gewebe der Sklera verknüpft, etwa so, wie wir es an vielen anderen Orten finden, wo Gefässe oder Nerven eine stärkere Fascie durchsetzen. Ausserdem enthält der vorderste Abschnitt der Sklera noch einen kanalartigen Raum, welchem die Bedeutung eines Venensinus

zugeschrieben werden muss (*Schlemm'scher Kanal, Sinus venosus iridis*); auf ihn wird noch weiter unten zurückzukommen sein.

Die Hornhaut (Cornea) ist, wie die Sklera, eine Bindegewebsmembran und mit dieser in ununterbrochenem, geweblichem Zusammenhang. Abgesehen von anderen, baulichen Verhältnissen unterscheiden sich diese beiden Abschnitte der äusseren Faserhaut zunächst dadurch, dass die Cornea an ihren beiden Oberflächen durch eine zellige Ueberkleidung völlig abgeschlossen und geglättet ist. Dieser Zellenbelag besitzt an der vorderen Fläche einen epithelialen, an der hinteren einen endothelialen Charakter, und wird beiderseits durch eine homogene Grenzschichte (Basalmembran) von dem bindegewebigen Antheil getrennt. Man kann somit an einem senkrechten Durchschnitt der Hornhaut fünf Schichten*) zählen, welche sich von vorn nach rückwärts in folgender Weise aneinander reihen (vgl. Fig. 108):

a. das Hornhautepithel,
b. die vordere Basalmembran (Lamina elastica anterior oder *Bowman'sche* Membran),
c. die bindegewebige Hornhautsubstanz (Substantia propria corneae),
d. die hintere Basalmembran (Lamina elastica posterior oder *Descemet'sche* Membran),
e. das Hornhautendothel (Endothel der vorderen Augenkammer).

Von allen diesen Schichten nimmt die *Substantia propria corneae* das grösste Interesse für sich in Anspruch, einerseits weil sie räumlich die wesentlichste Grundlage für die Hornhaut abgibt, andererseits aber, weil ihren specifischen physikalischen Eigenschaften und

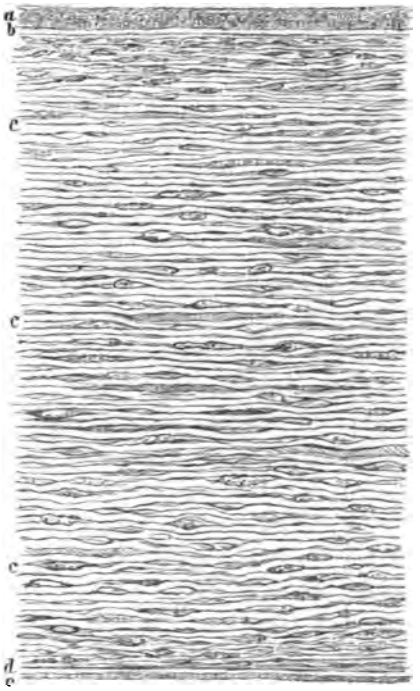
*) Die gewebliche Zusammensetzung der Hornhaut wird dem Verständnisse wesentlich näher gerückt, wenn man, nach dem Vorgange *Waldeyer's*, eine der Entwicklungsgeschichte derselben entsprechende Schichtung in's Auge fasst, welche übrigens bei manchen Thieren auch noch im ausgewachsenen Zustande sich deutlich kenntlich macht. Es entwickelt sich nemlich der mittlere Antheil der Substantia propria im Zusammenhang mit der Sklera und kann daher als *skleraler Antheil* bezeichnet werden; die vorderste Schichte der Substantia propria, sammt dem Epithel und der vorderen Basalmembran, gehört genetisch der Bindehaut an (*cutaner* oder *conjunctiraler Antheil*), während der hinterste Theil der Substantia propria mit der hinteren Basalmembran und dem Endothel aus einer gemeinsamen Anlage mit der Chorioidea hervorgeht (*chorioidealer Antheil*).

ihren besonderen Ernährungsverhältnissen auch bestimmte Eigenthümlichkeiten des feineren Baues entsprechen.

Ihre Elemente sind die des Bindegewebes im Allgemeinen: Bindegewebsfibrillen, fixe und wandernde Zellen und eine structurlose Zwischensubstanz.

Die Bindegewebsfibrillen können durch verschiedene Methoden (10 % Kochsalzlösung, übermangansaures Kalium, Barytwasser) isolirt erhalten werden; sie sind durch ausserordentliche Feinheit und Durchsichtigkeit ausgezeichnet, sowie dadurch, dass sie beim Kochen mit Säuren nicht den gewöhnlichen Bindegewebsleim, sondern eine dem Chondrin verwandte Substanz liefern. Die Fibrillen sind in sehr regelmässiger Weise zu platten Bündeln vereinigt und diese treten wieder, mit ihren schmalen Rändern verkittet, zur Bildung von dünnen Blättern zusammen, welche parallel den freien Flächen der Hornhaut über einander geschichtet sind und so die Substantia propria derselben aufbauen. Halten so die allermeisten Bindegewebsbündel eine der Oberfläche gleich laufende, und zwar meridionale Richtung ein, so sind sie doch keineswegs alle unter einander parallel gelagert. Es zeigt sich vielmehr, dass sie in den aufeinander folgenden Lamellen in ziemlich regelmässiger Abwechslung nach verschiedenen, vorzüglich aber senkrecht aufeinander stehenden Meridianen gerichtet sind, so dass man an senkrechten Durchschnitten der Hornhaut, in günstigen Fällen, durch die ganze Dicke derselben fast nur längsgetroffene Bündel mit quergetroffenen in regelmässiger Folge alterniren sieht.

Fig. 108.



Senkrechter Durchschnitt durch die Hornhaut eines erwachsenen Mannes, nach Härtung in Chromsäure und Alkohol.

a Epithellage, b vordere Basalmembran, cc Substantia propria, d hintere Basalmembran, e Endothellage. (Hartnack, Object. V. Ocul. 2).

Nun darf man sich allerdings den lamellösen Bau der Hornhaut nicht so vorstellen, als ob man es durchwegs mit concentrisch geschichteten, scharf geschiedenen Lamellen zu thun hätte. Es kommt vielmehr recht häufig vor, dass einzelne Bindegewebsbündel sich von einer Lamelle abzweigen, um sich einer anderen anzuschliessen, dass die typische Folge der Lamellen durch zwischenlaufende, schief zur Dicke der Hornhaut gelagerte Bindegewebszüge unterbrochen erscheint, oder dass eine ganze Anzahl von Lamellen von vereinzelten Fibrillenbündeln in schiefer Richtung durchzogen wird. Namentlich sind es die vordersten Schichten der Substantia propria, welche durch eine grosse Anzahl schief gegen das Epithel aufsteigender Fibrillenbündel sich auszeichnen.

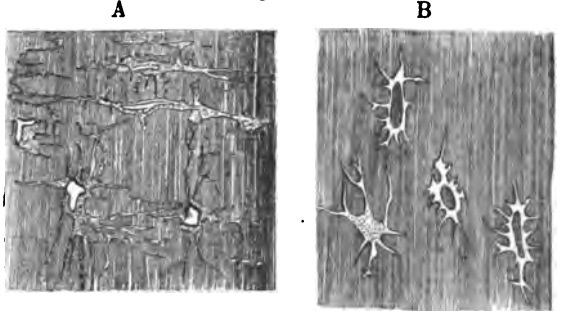
Elastische Fasern kommen nur in sehr geringer Zahl, und zwar auschliesslich in den peripheren Bezirken der Hornhaut, wohin sie sich mit den Bindegewebsbündeln aus der Sklera hereinziehen, zur Beobachtung. Gegen die Mitte hin fehlen sie vollständig.

Der gegenseitige Zusammenhang der faserigen Elemente des Hornhautbindegewebes wird durch eine weiche, formlose Zwischensubstanz vermittelt, welche sowohl zwischen den Fibrillen und Fibrillenbündeln, als auch zwischen den Lamellen sich allenthalben ausbreitet. Nach *Waldeyer* erscheint sie im frischen Zustande, mit Hülfe der feuchten Kammer untersucht, als eine mattglänzende, äusserst feinkörnige Masse. In ihr sind nun jene vielfach verzweigten Räume eingegraben, welche wir bereits an einer früheren Stelle als Saftlücken und Saftkanälchen (Seite 286) kennen gelernt haben. Sie sind in der Hornhaut, entsprechend der regulären Fügung der Bindegewebsbündel und der davon abhängigen, gleichmässigen Vertheilung der formlosen Zwischensubstanz viel schöner ausgeprägt und regelmässiger angeordnet, als in den meisten anderen, bindegewebigen Formationen des Körpers.

Die *Saftlücken*, d. h. die zahlreichen, umschriebenen Erweiterungen dieses netzartig ausgebreiteten Kanalsystems sind linsenförmig abgeplattete, etwas in die Länge gezogene Räume, welche vorzüglich in den Interstitien zwischen den Gewebs-Lamellen eingelagert sind und demnach nur bei der Flächenansicht der Hornhaut sich mit ihren breiten Seiten präsentiren, während sie an senkrechten Durchschnitten stets annähernd spindelförmig erscheinen. Sie schicken ihre schmalen verästigten Ausläufer (die *Saftkanälchen*) nach allen Richtungen zwischen den Lamellen und

Bündeln der Hornhautsubstanz aus, und stehen vermittelst derselben allenthalben in Zusammenhang. Gegen den Rand der Hornhaut zu und in den hinteren Schichten derselben sind sie gewöhnlich grösser und deutlicher ausgeprägt als im Centrum; am kleinsten und am unregelmässigsten sind sie stets in den vordersten Schichten. Ihr Nachweis gelingt nicht nur mittelst der Silber- oder Chlorgold-Imprägnation (Fig. 109), sondern in vorzüglicher Weise auch bei Untersuchung des völlig frischen Gewebes mit Hülfe der feuchten Kammer. Es ist dabei zu bemerken, dass das dem eben getödteten Thiere entnommene, unter Zusatz von Humor aqueus untersuchte

Fig. 109.



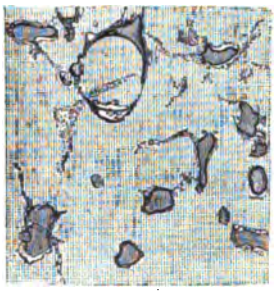
A Isolirte, dünne Lamelle der Hornhaut, des Frosches von der Fläche her gesehen: In den verästigten Saftlücken sieht man die Zellen der Hornhaut. (Chlorgold-Präparat.)
B Eine ebensolche Lamelle nach Behandlung mit Silbersalpeter. Die Kerne der Hornhautzellen sind durch Hämatoxylin gefärbt. (Hartnack, Object. VIII. Ocul. 2.)

Gewebe der Hornhaut anfangs ganz homogen und gleichmässig durchsichtig erscheint, ohne irgend eine Andeutung der den geformten Elementen entsprechenden Contouren. Erst nach einiger Zeit treten, zuerst verschwommen, allmälig aber immer deutlicher sich hervorhebend, jene charakteristischen, zackigen Figuren auf, welche den Saftlücken entsprechen und nach Gestalt und Anordnung denjenigen gleichen, welche man mit Hülfe der Silberimprägnation erhält. Unter allen Umständen ist es geboten, ganz frische Objekte für die Untersuchung zu verwenden, da in späterer Zeit nach dem Tode, namentlich, wenn der Bulbus seine natürliche Spannung verloren hat, die Saftlücken in ganz unregelmässigen, verzerrten Gestalten sich zeigen*) (Fig. 110).

*) Nicht völlig aufgeklärt sind noch die Ergebnisse, welche man nach Injection färbender (namentlich öliger) Flüssigkeiten in das Gewebe der Hornhaut erhält. *Bowman* hatte zuerst in dieser Weise an der Hornhaut des Rindes

Als Inhalt der Saftlücken und Saftkanälchen sind neben dem Parenchymsafte die Hornhautzellen zu nennen, und zwar unterscheidet man dieselben als *fixe Hornhautzellen* und als *Wanderzellen*. Die ersteren sind flache, etwas in die Länge gestreckte Gebilde, deren Randparthien leicht ausgezackt, ganz hell und homogen erscheinen, während die mittleren Theile mit reichlichen, feinen Körnchen besetzt sind; in dieser körnigen Masse ist auch der abgeflachte, eiförmige oder kreisrunde Kern gelegen. Die fixen Hornhautzellen haben constant in den Saftlücken ihren Sitz, füllen dieselben aber nicht vollkommen aus, und erstrecken sich, wie es scheint, nicht in die Saftkanälchen hinein. Man hat an ihnen unter verschiedenen Umständen active Bewegungserscheinungen wahrgenommen. Ihr Nachweis gelingt schon bei Untersuchung des frischen Gewebes, aber auch mit Hülfe anderer Methoden sehr leicht, insbesondere empfiehlt es sich, Silberpräparate nachträglich mit Hämatoxylin zu färben.

Fig. 110.



Eine dünne, isolirte Lamelle der Hornhaut des Menschen von der Fläche gesehen. Chlorgold-Präparat. (Hartnack, Object. VIII. Ocul 2.)

Die Wanderzellen finden sich in ziemlich beträchtlicher Zahl im Hornhautgewebe zerstreut, wahrscheinlich aber stets nur innerhalb der präformirten Kanäle. Sie sind bei Untersuchung der frischen Hornhaut leicht an ihrem eigenthümlichen Glanz, an der groben Granulirung und endlich an ihren ausgiebigen Form- und Ortsveränderungen zu erkennen. Ihre Bedeutung ist bereits früher an mehreren Stellen erörtert worden.

Das *Hornhautepithel* entspricht vollständig dem Typus des ge-

ein System von langen, gerade verlaufenden Kanälen (seine *corneal tubes*) dargestellt, welche in verschiedenen Schichten der Hornhaut nach verschiedenen Richtungen verlaufen und stellenweise bauchige Erweiterungen erkennen lassen. An der menschlichen Hornhaut erhält man bei ähnlichem Vorgehen keine geraden Röhren, sondern netzartig angeordnete Figuren, welche im Allgemeinen der Gestaltung der Saftkanälchen entsprechen und in vielen Schichten über einander gelegen sind. Das Wesen dieser injicirten Räume ist in verschiedener Weise aufgefasst worden. Es möge genügen hier anzuführen, dass von neueren, hervorragenden Bearbeitern der Hornhaut *Waldeyer* sie für identisch mit dem Saftkanalsystem hält, während *Rollet* sie auf künstliche Zerreissung des Gewebes zurückführt (Sprenglücken).

schichteten Pflasterepithels, doch ist die Zahl der Zellenlagen beim Menschen keine sehr grosse. Die Zellen der tiefsten Schichte, von cylinderähnlicher Form, zeichnen sich durch einen von ihrem Basalende nach der Seite zu abgehenden, flachen Fortsatz aus, welcher sich unter die Nachbarzelle einschiebt (Fusszellen, *Lott*). Ueber ihnen befindet sich eine zwei- oder dreifache Lage rundlicher oder bereits abgeflachter Zellen; sie besitzen eine leicht gezähnelte oder gerippte Oberfläche und ausserdem verschiedene unregelmässige Zacken, mit denen sie in die Zwischenräume benachbarter Zellen eingreifen. Nach vorne zu wird das Epithel durch einige Lagen ganz platter, durchsichtiger, kernhaltiger Zellen abgegrenzt. Von dem Seitenrand übergeht es ohne Unterbrechung in das Epithel der Conjunctiva bulbi.

Die *vordere Basalmembran* erscheint an senkrechten Durchschnitten als ein heller, homogener Streif, der zwar ganz scharf gegen das Epithel hin, nicht so deutlich aber gegen die Substantia propria sich abgrenzt. Es hat sich denn auch ergeben, dass dieser Streif keineswegs einer selbständigen Membran entspricht, welche sich etwa isolirt darstellen liesse; er ist vielmehr der Ausdruck einer verdichteten Grenzschichte der Substantia propria und daher eigentlich noch dieser angehörig. Das wird am besten dadurch erwiesen, dass man nach Maceration der Hornhaut, und an den Randparthien derselben auch ohne Weiteres, diese sogen. Basalmembran in fibrilläre Elemente zerlegen und die Continuität der letzteren mit denen der Substantia propria beobachten kann.

Die hintere Basalmembran oder *Descemet'sche Membran* wird gewöhnlich in die Reihe der Glashäute gestellt. Sie lässt sich leicht von der Substantia propria loslösen und erscheint dann als eine ziemlich dicke, homogene, glänzende, durchsichtige Haut, welche nach Art der elastischen Häute eine grosse Neigung zeigt, sich mit ihren Rändern umzukrämpen oder förmlich einzurollen. An Querdurchschnitten erscheint sie als ein scharf begrenzter, glänzender, homogener Streifen. Die Angaben, nach welchen durch besondere Behandlungsmethoden eine blätterige oder faserige Structur der *Descemet'schen* Haut erweislich wird, bedürfen noch genauerer Prüfung. Sicher ist jedoch, dass bei erwachsenen Personen in ihren peripheren Parthien sich stets in grosser Zahl flach rundliche, warzenartige Erhebungen zeigen, welche mitunter zu ziemlich regelmässigen Reihen geordnet sind. In der Nähe des Cornealfalzes schärft sich die

Descemet'sche Haut auffallend zu und löst sich dann in eigenthümliche, starre Fasern auf, welche zur Bildung des sogen. *Ligamentum pectinatum* beitragen und sich continuirlich auf die Vorderfläche der Regenbogenhaut herüberschlagen.

Das Endothel der Hornhaut besteht aus einer einschichtigen Lage abgeplatteter, regelmässig polygonaler Zellen mit flachrundlichen Kernen. Es ruht unmittelbar der *Descemet'schen* Haut auf, überkleidet auch die aus derselben an der Peripherie hervorgehenden Fasern und übergeht mit diesen in die zellige Ueberkleidung der Vorderfläche der Iris.

Die Aderhaut (Chorioidea) ist, wie ihr Name andeutet, die Trägerin einer reichen Gefässausbreitung, sie erlangt aber noch erhöhte Bedeutung dadurch, dass mit ihr jene Muskulatur verknüpft ist, welche die Accommodationseinrichtungen des Auges beherrscht. Sie zerfällt in drei wesentlich von einander verschiedene Abschnitte; der hinterste ist vollständig glatt und reicht genau bis an die Ora serrata, der vorderste ist durch zahlreiche meridionale Faltungen ausgezeichnet und unter dem Namen des *Corpus ciliare* bekannt; der dritte Abschnitt begreift eine schmale, mehr glatte Zone in sich, welche zwischen den beiden genannten gelegen ist und als *Orbiculus ciliaris* (*Henle*) bezeichnet wird.

Der hintere Abschnitt der Aderhaut ist besonders charakterisirt durch ein der Fläche nach ausgebreitetes Capillarsystem, welches wegen der relativen Weite seiner Röhrchen und der Kleinheit der zwischen ihnen bleibenden Maschenräume wohl als das dichteste des ganzen Körpers bezeichnet werden kann. Es bildet eine unter dem Namen der *Membrana choriocapillaris* bekannte, besondere Schichte der Aderhaut, während die Ramificationen der *arteriellen und venösen Gefässchen* ein zweites, nach aussen von der ersteren gelegenes Stratum einnehmen. Als besondere Schichten werden hiezu noch gerechnet: eine *Glashaut*, welche, nach einwärts von der Choriocapillaris gelegen, die Innenfläche der Aderhaut abschliesst, und die *Lamina suprachorioidea*, jenes bereits oben erwähnte Gewebe, welches die Aussenfläche der Aderhaut mit der Sklera verbindet. Die Elemente der letzteren Schichte ziehen sich allenthalben in die Gefässschichte der Aderhaut hinein und stellen das *Stroma* derselben her. Da die Anordnung der Blutgefässe weiter unten

besprochen werden soll, so bleibt hier nur das Nöthige in Betreff der anderen Bestandtheile der Aderhaut mitzutheilen.

Die Glashaut (nach ihrem Entdecker auch *Bruch'sche Membran* genannt) lässt sich bei vorsichtigem Zerzupfen gut erhärteter Objekte in kleinen Fragmenten isolirt erhalten. Sie wird gewöhnlich als eine äusserst zarte, structurlose oder feinstreifige Membran beschrieben; doch ist es in jüngster Zeit *H. Sattler* gelungen, in ihr eine ganz eigenthümliche Structur nachzuweisen. Es zeigt sich nemlich bei sehr starken Vergrösserungen, dass die ganze Membran von einem ungemein feinen Gitterwerk blasser, verzweigter Linien durchsetzt ist, welche viereckige oder polygonale, homogene Felder zwischen sich fassen. Während dieses Structurverhältniss sowohl beim Kinde als auch beim Erwachsenen regelmässig vorhanden ist, treten als senile Veränderung der Glashaut gewöhnlich kleinere und grössere, flachkugelige oder warzenartige Erhabenheiten auf (*Wedl*).

Nach aussen von der Glashaut folgt unmittelbar die *Chorio-capillaris*, welche ausser dem dichten Netzwerk der Capillargefässe keine geformten Elemente enthält; die kleinen Maschenräume, welche die ersteren einschliessen, enthalten nur eine homogene, wahrscheinlich flüssige Substanz. Das Auftreten von Lymphkörperchen ähnlichen Zellen (Wanderzellen) in der Choriocapillaris, welches nicht selten beobachtet wird, glaubt *Sattler* auf irritative Zustände der Chorioidea zurückführen zu können.

In der *äusseren Gefässschichte* der Chorioidea tritt nun zwischen den Verzweigungen der arteriellen und venösen Gefässchen das *Stroma* hervor. Seine Elemente sind vorwiegend dieselben, welche wir bereits in der Lamina fusca sklerotícae kennen gelernt haben: feinste, elastische Fasernetze mit vielgestaltigen, zumeist aber sternförmigen Pigmentzellen und mehr vereinzelten Zellen von dem Charakter der Wanderzellen. Sie füllen die Räume, welche zwischen den Gefässverzweigungen übrig bleiben, allenthalben aus. Fibrilläres Bindegewebe kommt nur in Gestalt von Gefässscheiden in der nächsten Umgebung der grösseren Arterienstämmchen vor. Nach einwärts, gegen die Choriocapillaris zu, schliesst sich das Stroma in Gestalt eines continuirlichen, ungemein zarten und dichten elastischen Fasernetzes, welches keine Pigmentzellen mehr enthält, ab, ohne in die Maschenräume des Capillarnetzes selbst einzudringen. Dasselbe erlangt dadurch eine besondere Bedeutung, dass in ihm die feinsten

Ausläufer der Arterien und die Wurzeln der Venen gelegen sind. Nach *Sattler*, welcher diese, meinen eigenen Erfahrungen zufolge, ganz zutreffende Anordnung des Stroma's zuerst nachgewiesen hat, soll dieses feine Fasernetz sowohl von der Choriocapillaris, als auch von der nach aussen gelegenen Schichte der gröberen Gefässramificationen durch zarte Endothelhäutchen abgegrenzt sein*).

Es ist nun noch hervorzuheben, dass die Verzweigungen der Arterien in dem ganzen hinteren Abschnitt der Chorioidea durch Züge von glatten Muskelfasern, welche bald reichlicher, bald spärlicher gefunden werden, begleitet sind (*H. Müller*).

In Betreff der *Membrana suprachorioidea* ist zu bemerken, dass die Elemente derselben zu dünnen Lamellen geordnet sind, welche man durch vorsichtige Präparation mitunter in mehreren Schichten abheben kann.

---

*) Bei vielen Thieren (insbesondere Säugethieren und Fischen) zeigt sich im Hintergrunde des Auges eine metallisch glänzende, in verschiedenen, lebhaften Farben schillernde Fläche von wechselnder Ausdehnung. Es ist dies das sogen. *Tapetum*, eine der Chorioidea angehörende Bildung. Demselben liegen verschiedene, mikroskopische Structurverhältnisse zu Grunde, welche aber darin übereinstimmen, dass sie in Folge der Beschaffenheit und Anordnung der Bauelemente besonders geeignet sind, die Erscheinung der Lichtinterferenz hervorzurufen. Die Tapetschichte hat ihre Lage zwischen der Choriocapillaris und der Schichte der gröberen Gefässe und ist selbst vollkommen frei von Blutgefässen, abgesehen davon, dass sie von den zur Choriocapillaris und zurück verlaufenden, feinsten Gefässchen in senkrechter Richtung durchsetzt wird. Bei den Raubthieren und Robben ist sie aus platten, regelmässig hexagonalen oder etwas in die Länge gestreckten, mit kleinen, runden Kernen versehenen Zellen zusammengesetzt, welche sehr innig an einandergefügt und zu mehreren, sich deckenden Schichten geordnet sind; bei sehr starken Vergrösserungen entdeckt man in ihnen grosse Mengen zarter, nadelförmiger Krystalle, welche in verschiedener Weise zu einander gruppirt sind (*M. Schultze*). Dieser Form des Tapetum, welches man als *Tapetum cellulosum* bezeichnet, steht gegenüber jene der Wiederkäuer, Beutelthiere, des Elephanten u. s. w., welche unter dem Namen des *Tapetum fibrosum* bekannt ist. Dasselbe wird ausschliesslich aus unmessbar feinen, wellig verlaufenden und zu einem dichten Mattenwerk verflochtenen Bindegewebsfibrillen gebildet. *Sattler* ist durch seine eingehenden Untersuchungen zu dem Ergebniss gekommen, dass diese Tapetformationen keineswegs Gebilde sui generis seien, sondern dass sie bei allen Säugethieren, selbst wenn sie kein ausgebildetes Tapetum besitzen, sowie auch beim Menschen, ihr Analogon haben; und zwar würde dem Tapetum cellulosum das von *Sattler* gefundene subcapillare Endothelhäutchen entsprechen, während das Tapetum fibrosum durch das zarte, pigmentfreie elastische Netzwerk repräsentirt würde.

An der Ora serrata schliesst das charakteristische Capillarsystem der Chorioidea vollständig ab und es erhält der angrenzende *Orbiculus ciliaris* dadurch, sowie auch in Folge einer abweichenden Disposition der gröberen Gefässchen, ein wesentlich verändertes Gepräge. In Betreff des feineren Baues ergeben sich hier mehrfache Abweichungen von den bisher geschilderten Verhältnissen. Die Glashaut nimmt an Dicke zu und zeigt, nachdem sie von der Ora serrata an noch eine kurze Strecke weit glatt verlaufen ist, eine ganz eigenthümliche Gestaltung der Oberfläche, welche von *H. Müller* unter der Bezeichnung: *Reticulum der Glashaut* beschrieben worden ist. Dieselbe wird hervorgerufen durch zahlreiche, steile, theils in meridionaler, theils in äquatorialer oder schiefer Richtung verlaufende Fältchen der Glashaut, welche, indem sie untereinander zusammenfliessen, eine grosse Anzahl von grubigen Vertiefungen zwischen sich fassen. Die letzteren werden zum grössten Theile durch die Pigmentschichte der Pars ciliaris retinae ausgefüllt und sind anfangs ziemlich weit, annähernd rechteckig, während sie sich nach vorne zu allmälig verkleinern, aber dafür auch zahlreicher werden und eine mehr polygonale Gestalt annehmen. Das Stroma zeigt sich in dem Bereiche des Orbiculus ciliaris vielfach mit feinfaserigem, fibrillärem Bindegewebe durchsetzt, und zwar zieht sich dieses mit den feinen elastischen Fasernetzen allenthalben auch in die Falten der Glashaut hinein. Die Suprachorioidea zeigt auch hier dieselben Elemente, wie in dem hinteren Abschnitte der Chorioidea, auch eine ähnliche lamellöse Schichtung, doch ist sie durch reichliche, netzartige Ausbreitungen feiner Nervenstämmchen und durch das Vorkommen grösserer Mengen von meridional gerichteten Bündeln glatter Muskelfasern ausgezeichnet.

Das *Corpus ciliare* erhält seine charakteristische Gestaltung dadurch, dass die Chorioidea in ihrer vordersten Zone eine grosse Anzahl nach einwärts vorspringender, meridional gerichteter, steiler Falten aufwirft, welche kranzartig den Aequator der Linse umfassen.

Bemerkenswerth ist noch, dass der ausgezeichnet metallische Glanz, welcher der mittleren Augenhaut der Knochenfische zukommt, in einer starken Anhäufung gruppenweise geordneter, langgestreckter Krystalle seine Begründung findet. Dieselben haben ihren Sitz in der Suprachorioidea, erstrecken sich aber auch auf die ganze Vorderfläche der Regenbogenhaut. Diese Schichte ist unter dem Namen der *Tunica argentea* bekannt.

Fig. 111.

Meridionalschnitt durch die Häute des menschlichen Augapfels in dessen vorderem Abschnitte. (Chromsäure-Präparat.)

C Hornhaut, J Regenbogenhaut, B Bindehaut, K Schlemm'scher Kanal, L Ligamentum pectinatum, T Musculus ciliaris, Cc Corpus ciliare, Ch Chorioidea, S Sklera. (Hartn. Object. II. Ocul. 2.)

Es gibt deren kleinere (Plicae ciliares) und grössere (Processus ciliares); die letzteren sind nach *Merkel* beim Menschen ziemlich regelmässig 70 an Zahl, während die ersteren spärlicher und weniger constant zwischen ihnen vertheilt sind. Die innere Oberfläche dieser Falten ist von dem Ciliartheile der Retina, zu welchem auch die starke Pigmentlage zu rechnen ist, überzogen.

Den wichtigsten histologischen Bestandtheil des Corpus ciliare bildet eine compacte Masse von glatter Muskulatur, welche unter dem Namen des *Musculus ciliaris* (*Tensor chorioideae, Brücke*) bekannt ist. In seiner Gesammtheit stellt derselbe einen flachen Ring von etwa 3 Mm. Breite dar, dessen meridionale Durchschnittsfläche annähernd ein langgezogenes gleichschenkliges Dreieck bildet, die kurze Basis gegen die Iris hin, die Spitze gegen den Orbiculus ciliaris nach hinten gewendet (Fig. 111). Nach der Verlaufsrichtung der Muskelfasern pflegt man an dem Musculus ciliaris drei Abtheilungen zu unterscheiden, eine meridionale, eine circuläre (äquatoriale) und eine radiale.

Die meridionale Abtheilung ist am meisten nach der äusseren Oberfläche zu gelegen; sie nimmt ihren Ausgangspunkt von dem Ligamentum pectinatum und von der nächsten Umgebung des *Schlemm'schen* Kanales und reicht mit ihren platten Bündeln nach rückwärts bis in den Orbiculus ciliaris hinein. In den vorderen Par-

thien sind die Muskelbündel ziemlich parallel gelagert und zu mehrfach über einander geschichteten Lamellen geordnet, jedoch hängen sie durch gegenseitigen Austausch von Fasern allenthalben zusammen. Nach rückwärts zu verflechten sich die Muskelfaserbündel immer mehr, so dass sie schliesslich ein ganz dichtes Gitterwerk bilden, innerhalb dessen eine vorwiegende Verlaufsrichtung derselben nicht mehr zu erkennen ist. Der grössere Theil der Muskelfasern findet seine Haftpunkte noch im Bereiche des Corpus ciliare, an den elastischen Elementen des Stromas; ein anderer Theil hängt jedoch mit denjenigen Muskelfaserzügen zusammen, welche in dem vordersten Theile des Orbiculus ciliaris einen äquatorialen Verlauf nehmen, während noch andere sich in die dünnen Muskelstreifen fortsetzen, welche in dem hinteren Abschnitte der Chorioidea die Arterien-Ramificationen begleiten. Dieser meridionale Antheil des Musculus ciliaris ist es, der zuerst von *Brücke* entdeckt und, seiner Zugrichtung entsprechend, als Tensor chorioideae bezeichnet worden ist.

Der *circuläre* (*äquatoriale*) Antheil des Muskels führt nach seinem Entdecker auch den Namen *Müller'scher Ringmuskel*. Er besteht aus einer Anzahl rundlicher, häufig unter einander anastomosirender Bündel, welche entlang dem Ciliarrande der Regenbogenhaut verlaufen und daher an meridionalen Durchschnitten quer getroffen werden. Sie nehmen immer die vordere, der Iris und der Linse zugewendete Region des Ciliarmuskels ein.

Zwischen ihnen und den meridionalen Faserzügen und zum Theil noch von circulären Bündeln durchsetzt, findet sich der *radiale* Antheil des Ciliarmuskels; er zeigt eine ähnliche, lamellöse Anordnung wie der meridionale Theil und schliesst sich auch demselben unmittelbar an; seine Faserzüge sind jedoch viel kürzer und annähernd radiär zum Mittelpunkte des Bulbus gestellt.

In Betreff der relativen Mächtigkeit der drei Antheile des Ciliarmuskels gibt es zahlreiche, individuelle Varianten. Dieselben gewinnen eine erhöhte Bedeutung durch die von *Iwanoff* entdeckte Thatsache, dass bei kurzsichtigen Personen (Langbau des Auges) der Ciliarmuskel in meridionaler Richtung verlängert ist und der circuläre Antheil völlig oder nahezu fehlt, während bei weitsichtigen Personen (Kurzbau des Auges) der letztere eine ausserordentliche Mächtigkeit erlangt und die meridionalen Lamellen dem entsprechend nur in verhältnissmässig geringer Zahl vorhanden sind.

Die zwischen den Muskelbündeln übrig bleibenden Räume

werden von fibrillärem Bindegewebe und reichlichen, elastischen Fasernetzen durchzogen und enthalten ausserdem zahlreiche Gefäss- und Nervenausbreitungen. Pigmentzellen sind in ihnen gar nicht vorhanden. Die äussere Oberfläche des Muskels ist von der Suprachorioidea bedeckt, welche jedoch nur mehr eine geringe Mächtigkeit besitzt und die gröberen Verzweigungen der Arteriae ciliares longae und ciliares anteriores in sich schliesst.

Die Regenbogenhaut (Iris). Sie zerfällt zunächst, der Dicke nach, in zwei Abtheilungen, von welchen die hintere, eine starke *Pigmentlage*, genetisch der Netzhaut angehört, so dass eigentlich nur die *vordere*, gefässhaltige Abtheilung (*Faserlage der Iris*), welche sich aus der Aderhaut herausbildet, der mittleren Augenhaut zugerechnet werden kann. Die Faserlage besteht aus einem bindegewebigen Stroma, welches allenthalben reichliche Blutgefässe und an bestimmten Stellen die die Pupille beherrschenden Muskeln eingelagert enthält. Das Gefüge des Stromas ist im Allgemeinen ein sehr lockeres, doch verdichtet es sich vorne und rückwärts zu zwei etwas festeren Begrenzungslamellen. So entstehen an der Faserlage der Iris drei Schichten, welche überdies noch durch die Vertheilung der Blutgefässe schärfer hervorgehoben werden, indem die lockere, mittlere Schichte grösstentheils nur stärkere, radiär verlaufende Gefässe, die beiden Begrenzungslamellen aber capillare Ausbreitungen derselben enthalten.

Die *vordere Begrenzungslamelle* (die sogen. *Zinn'sche Membran* oder *Wasserhaut der Iris*), besteht aus feinen, netzförmig durchflochtenen Bindegewebsbündeln mit zahlreichen, zwischengelagerten, zelligen Elementen. Die letzteren sind zumeist mit längeren oder kürzeren Ausläufern versehen und in verschiedenem Grade mit Pigment durchsetzt. Die freie, gegen die vordere Augenkammer gerichtete Fläche dieser Lamelle trägt bei Kindern eine einschichtige Lage von platten, polygonalen Endothelzellen, welche sich als die directe Fortsetzung des Endothels der Hornhaut erweist; an erwachsenen Personen ist sie nicht mehr deutlich ausgesprochen.

Die *mittlere Schichte* der Iris ist durch zahlreiche, radiär verlaufende Blutgefässe ausgezeichnet; das lockere, an geformten Elementen verhältnissmässig arme Stroma zeigt spärliche, zumeist radiär verlaufende Bindegewebsbündel, und zwischen diesen eine grössere Anzahl pigmentirter, mit langen, fadenförmigen Ausläufern versehene

Zellen. Diese ziehen sich auch allenthalben in die hier ausser-gewöhnlich stark entwickelten Adventitien der Blutgefässe hinein.

Die hintere Begrenzungslamelle erhält eine hervorragende Bedeutung durch die in ihr eingelagerten, muskulösen Elemente. Dieselben, aus glatten Fasern bestehend, bilden einmal in der Nähe des Pupillarrandes eine compacte Masse circulär geordneter Bündel (*Kreismuskel der Iris, Sphincter pupillae*), dann aber eine dünnere, nicht völlig geschlossene Lage radial gestellter, von dem Pupillarrande bis zum Ciliarrande der Iris sich erstreckender Fasern (*Radialmuskel der Iris, Dilatator pupillae*). Der Kreismuskel ist ein platter, 0.5—1 Mm. breiter Ring, der die innerste Zone der Iris einnimmt und aus ziemlich starken, netzförmig verflochtenen Faserbündeln hergestellt wird; er ist sowohl an Flächenpräparaten, als auch an Querdurchschnitten der Iris sehr leicht zu demonstriren*). Viel schwieriger hält dies in Betreff des Radialmuskels, dessen thatsächliches Vorhandensein bis in die neueste Zeit herein noch immer bestritten worden ist (*Grünhagen*). Doch unterliegt es nach den eingehenden Untersuchungen *Merkel's*, *Iwanoff's* u. A. wohl keinem Zweifel mehr, dass die aus der hinteren Begrenzungslamelle isolirbaren, langgestreckten, radiären Fasern, mit ihren stäbchenförmigen, durch Hämatoxylin sich blau färbenden Kernen, als glatte Muskelfasern anzusehen sind. Sie erstrecken sich zum Theile in gerader Richtung bis unmittelbar an den Pupillarrand heran, zum Theil aber verflechten sie sich mit den Bündeln des Ringmuskels. An dem Ciliarrande der Iris biegen die radiären Muskelfasern bogenförmig um und stellen, indem sie sich dicht ineinander verweben, einen kreisförmigen Muskelzug her, mit welchem sie ihren Abschluss finden (*Merkel*).

Die *Pigmentlage* der Iris, wie schon erwähnt, genetisch der Netzhaut angehörend, ist eine directe Fortsetzung der den Ciliarkörper überziehenden Pigmentschichte. Sie wird aus Zellen zusammengesetzt, über deren Grösse und Form man in situ keine bestimmten Aufschlüsse erhalten kann, da wegen der dichten Häufung der Pigmentkörnchen die Begrenzung der Zellen nicht erkennbar ist.

*) Eine besonders mächtige Entwicklung zeigt der Kreismuskel in dem Auge der Vögel, wo er eine über die ganze hintere Lamelle der Iris, bis an den Ciliarrand reichende Platte darstellt und, so wie auch der Musculus ciliaris, aus quergestreiften Fasern besteht. —

Auch an Zupfpräparaten erhält man gewöhnlich nur verschieden gestaltete Rudimente derselben, daneben aber auch die freigewordenen, kugeligen, pigmentlosen Zellkerne.

Die *Farbe* der Regenbogenhaut hängt von dem Pigmentgehalt der Faserlage ab, namentlich sind es auch die mannigfachen Zeichnungen der Iris, die mit der Gruppirung des Pigmentes in Zusammenhang stehen. Ist die Faserlage frei von Pigment, oder nur sehr arm daran, so erscheint die Iris blau oder in verschiedenen Nuancen des Grau. In braunen und schwarzen Augen hingegen sind die Zellen der Faserlage mehr oder weniger reichlich mit Pigmentkörnchen versehen und ausserdem findet sich noch freies Pigment zwischen den geformten Gewebselementen, theils in zahlreichen einzelnen Körnern, theils in rundlichen Klümpchen oder Streifen.

Eine besondere Berücksichtigung verdient das Verhalten der Iris an ihrem Ciliarrande und die Beziehungen desselben zu der äusseren Augenhaut.

Während die Regenbogenhaut mit ihrem Ciliarrande einerseits in die Chorioidea übergeht, erhält sie andererseits eine Verbindung mit der äusseren Augenhaut durch Vermittelung des bereits mehrfach erwähnten *Ligamentum pectinatum.* Man versteht unter diesem Namen ein bei verschiedenen Individuen verschieden entwickeltes Netzwerk feinerer und gröberer, ziemlich starrer, durchsichtiger Fasern, welches den peripherstenTheil der vorderen Augenkammer, beziehungsweise die Nische zwischen der Hornhaut und dem peripheren Theile der Iris (*Iriswinkel — Waldeyer*) frei durchsetzt. Diese Fasern, ihren Eigenschaften nach der elastischen Substanz nahe stehend, setzen sich mit den verschiedensten, hier angrenzenden Theilen der äusseren und mittleren Augenhaut in unmittelbaren Zusammenhang. Zunächst treten Elemente der *Descemet'schen* Haut, deren peripherer Rand, wie bereits erwähnt, sich zu Fasern auflöst, in das Netzwerk des Ligamentum pectinatum ein und ebenso Bindegewebsbündel aus der Substantia propria corneae. Ferner übergeht in dasselbe ein Theil der zwischen den Lamellen des Musculus ciliaris eingelagerten bindegewebigen und elastischen Fasern und endlich erhält es noch Zuzüge aus dem Gewebe der Regenbogenhaut. Diese letzteren, unter dem Namen *Irisfortsätze* bekannt, sind blattartige oder strangförmige, noch pigmenthaltige Abzweigungen des Irisstroma, welche vom Ciliarrande der Iris sich erheben und bogenförmig in das Ligamentum pectinatum übergehen; sie sind in menschlichen Augen ge-

wöhnlich nur wenig, meist als vereinzelte Stränge, entwickelt, bei manchen Thieren (Rind, Schwein) aber als zahlreiche, schmälere und breitere Blätter vorhanden, welche von der Vorderfläche der Iris zum Seitenrande der *Descemet'schen* Membran ausgespannt sind. Diese schliessen so in dem Iriswinkel selbst mit der Augenkammer communicirende Räume ab, die mit dem Namen der *Fontana'schen Räume* bezeichnet werden und ihrerseits von einem pigmentlosen Balkennetz durchsetzt sind *). Beim Menschen kann von solchen wohl nicht die Rede sein. Die Fasern des Ligamentum pectinatum erhalten eine weitere Bedeutung dadurch, dass sie die Wandung des *Schlemm'schen* Kanales mit bilden helfen. (Siehe unten.)

Die Netzhaut (Retina) ist die innerste von den drei Häuten des Augapfels und erstreckt sich von der Eintrittsstelle des Sehnerven nach vorne über das Corpus ciliare und mit einem ihrer Bestandtheile auch noch über die hintere Fläche der Regenbogenhaut, bis an den Rand der Pupille; jedoch zeigt sie keineswegs in dieser ihrer ganzen Ausbreitung denselben Bau und dieselbe physiologische Bedeutung. Der wesentliche Charakter der Netzhaut beruht darin, dass sich in ihr die *Fasern des Sehnerven* ausbreiten und dass an dieselben eigenthümliche, *nervöse Formationen* geknüpft sind, welche ihrerseits in einem specifischen *Neuroepithel* ihren Abschluss finden. Diese, für die Aufnahme und Leitung der Sinneswahrnehmungen bestimmten Formelemente werden von einem *bindegewebigen Gerüste* getragen und nach aussen gegen die Aderhaut durch eine Lage

*) In Betreff der Nomenclatur der in Rede stehenden Bildungen herrscht einige Verwirrung. Die Bezeichnung Ligamentum pectinatum iridis wurde zuerst (*Hueck*) auf die Summe der Irisfortsätze, gewissermassen auf die zackige Verbindung der Iris mit der Hornhaut, bezogen. *Rollet* und *Iwanoff* halten daran fest und bezeichnen das pigmentlose Fasergewebe, welches in der Tiefe des Iriswinkels gelegen ist, als das Balkennetz des *Fontana'schen* Raumes. *Waldeyer* hält den Namen Ligamentum pectinatum für entbehrlich und bezeichnet das ganze Netzwerk als Balkengewebe des Iriswinkels. *Henle* ist, sowie *Schwalbe,* ebenfalls der Ansicht, dass dasselbe eine zusammengehörende Bildung darstelle, da, beim Menschen wenigstens, ein ganz allmäliger Uebergang der Irisfortsätze in die farblosen Balkennetze stattfindet. Beide Autoren finden es für zweckmässig, den Namen Ligamentum pectinatum für das ganze Fasernetz des Iriswinkels beizubehalten. Dem haben auch wir uns im Texte angeschlossen.

pigmenthaltiger Zellen (*Stratum pigmenti*, *Pigmentmembran* — *Henle*) abgegrenzt. Nun ergibt sich, dass die nervösen und epithelialen Elemente der Netzhaut nur über den hinteren Abschnitt derselben ausgebreitet sind und an der Ora serrata sich ganz scharf begrenzen. Es ist dies somit der lichtempfindende Theil der Netzhaut, oder die *Netzhaut im engeren Sinne*. Nach vorne von der Ora serrata setzen sich nur das bindegewebige Gerüste und die Pigmentmembran der Netzhaut, beide in etwas modificirter Form, fort und erhalten hier die Bezeichnung *Pars ciliaris retinae*. Endlich finden an dem peripheren Rande der Regenbogenhaut auch noch die bindegewebigen Elemente ihr Ende, und es übergeht allein die Pigmentmembran auf die hintere Fläche derselben bis an den Rand der Pupille.

1) Die Netzhaut im engeren Sinne.

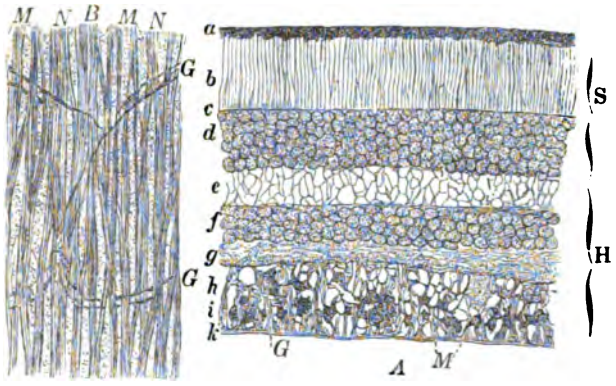
Die *Untersuchung* der Netzhaut gehört wegen ihres äusserst complicirten Baues, noch mehr aber wegen der Zartheit und Vergänglichkeit des grössten Theiles ihrer Elemente zu den schwierigsten Problemen der Histologie. Das Studium der Elemente kann nur zum Theile in völlig frischem Zustande vorgenommen werden, da sich ihrer Isolirung grosse Hindernisse in den Weg setzen. Behandlung mit Ueberosmiumsäure (*M. Schultze*), oder mit sehr verdünnter Chromsäure und endlich Maceration in Jodserum oder 10 % Kochsalzlösung sind die besten Hülfsmittel. Behufs Anfertigung dünner Durchschnitte leistet Härtung in doppeltchromsaurem Kali (auch *Müller'scher* Flüssigkeit), oder in der von *Merkel* empfohlenen Mischung von Platinchlorid und Chromsäure (von beiden 1 Theil in 400 Theilen Wasser gelöst und zu gleichen Theilen gemengt) die besten Dienste; die letztere insbesondere für die Untersuchung des bindegewebigen Gerüstes.

Alle neueren Forschungen auf diesem schwierigen Gebiete fussen im Wesentlichen auf einer Reihe von epochemachenden Arbeiten *M. Schultze's*, welche auch der nachfolgenden Darstellung als Grundlage dienen sollen.

An der Netzhaut können, nach dem Vorgange von *Schwalbe*, abgesehen von dem Stratum pigmenti, zunächst zwei Lagen unterschieden werden, von welchen die *äussere* die Elemente des *Neuroepithels* in sich schliesst und gefässlos ist, die *innere* aber die Aus-

breitungen der *Nervenfasern* und die an dieselben geknüpften *nervös-zelligen* Elemente enthält und von den Ramificationen der Arteria centralis retinae durchzogen wird. Da die Elemente dieser letzteren Lage nach Form und Anordnung eine unverkennbare Aehnlichkeit mit gewissen Abschnitten des Gehirnes zeigen, und da ausserdem sehr nahe, genetische Beziehungen der Netzhaut zu dem letzteren erwiesen sind, so hat *Schwalbe* für die innere Lage der Netzhaut

Fig. 112.



A Senkrechter Durchschnitt durch die Netzhaut des Menschen (nach Härtung in Müller'scher Flüssigkeit und Alkohol; Carminfärbung). S Neuroepithelschichte, H Gehirnschichte.

a Pigmentschichte, b Stäbchenschichte, c Membrana limitans externa, d äussere Körnerschichte, e Zwischenkörnerschichte, f innere Körnerschichte, g moleculäre Schichte, h Ganglienzellenschichte, i Nervenfaserschichte, k Membrana limitans interna.

M Müller'sche Stützfasern, G Ganglienzellen.

B Die Nervenfaserschichte, isolirt von der Fläche her gesehen. (Präparat aus Müller'scher Flüssigkeit.)

N Nervenfaserbündel, M quer durchgerissene Müller'sche Stützfasern, G Blutgefäss. (Hartnack, Object. VIII. Ocul. 2.)

die Bezeichnung *Gehirnschichte* eingeführt. In wesentlich übereinstimmender Weise hatte schon früher u. A. *Henle* eine äussere (musivische) und eine innere (nervöse) Schichte der Retina unterschieden (Fig. 112). Beide diese Gewebslagen der Retina zerfallen typisch wieder in mehrere Schichten und zwar umfasst

die *äussere Lage* (*Neuroepithelschichte*), von aussen nach innen gezählt:

die Stäbchenschichte (b)
die Membrana limitans externa (c) und die
äussere Körnerschichte (d).

Die *innere Lage* (*Gehirnschichte*) wird in derselben Reihenfolge gebildet durch:

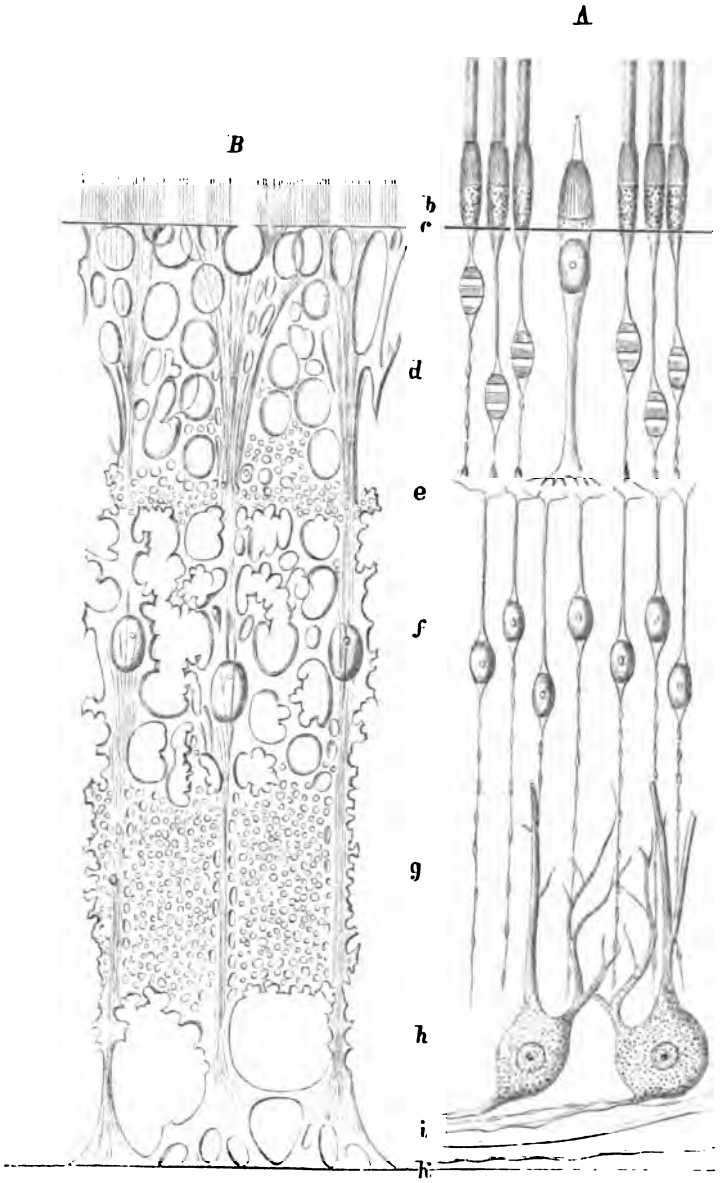
die äussere granulirte Schichte oder Zwischenkörnerschichte (e)
die innere Körnerschichte (f)
die innere granulirte Schichte oder moleculäre Schichte (g)
die Ganglienzellenschichte (h)
die Nervenfaserschichte (i) und die
Membrana limitans interna oder Membrana limitans hyaloidea — *Henle* (k).

Zählt man dazu noch das der Stäbchenschichte unmittelbar anliegende Stratum pigmenti, so wird die Netzhaut ihrer Dicke nach im Ganzen aus 10, grösstentheils scharf abgegrenzten, aber nicht allenthalben vollzählig vorhandenen Schichten zusammengesetzt. Von diesen gehören zwei, die Membrana limitans interna und externa ausschliesslich dem bindegewebigen Gerüste an, die übrigen, mit Ausnahme der Pigmentmembran, enthalten nervöse, beziehentlich epitheliale Elemente mit bindegewebigen vermengt. Die Eintrittsstelle des Sehnerven (Papilla nervi optici) bleibt von den epithelialen Elementen, sowie von den Ganglien- und Körnerformationen der Gehirnschichte vollkommen frei und bildet daher eine Unterbrechung der lichtempfindenden Fläche der Netzhaut.

Es ist nun wohl im Auge zu behalten, dass das bindegewebige Gerüste einen in sich zusammenhängenden, beinahe die ganze Dicke der Netzhaut durchsetzenden Bau herstellt, andererseits aber auch die nervösen und epithelialen Formationen von einer Schichte in die andere übergreifen. Aus diesem Grunde ist es nicht wohl thunlich, bei der Beschreibung der Netzhaut streng schichtenweise vorzugehen; es empfiehlt sich vielmehr, zunächst die nervösen Elemente der Gehirnschichte, dann die des Neuroepithels nach Beschaffenheit und Anordnung zu erörtern, hierauf den Aufbau der Pigmentmembran und des Bindegewebsgerüstes darzulegen.

Die nervösen Formationen der Gehirnschichte. Unter diesen kommt zunächst die Ausbreitung der *Fasern des Sehnerven* in Betracht. Sie strahlen von der (Papilla nervi optici) flächenartig nach allen Radien der Netzhaut aus und bilden den charakteristischen Bestandtheil der unmittelbar an die Limitans interna grenzenden Netzhautschichte. Die Nervenfasern selbst sind von verschiedener Breite und entbehren sowohl des Markes als auch

Fig. 113.



A Schematische Darstellung der epithelialen und nervösen Elemente der Netzhaut nach Schwalbe. B Schematische Darstellung der Bindesubstanz der Netzhaut, sowie in A auf den senkrechten Durchschnitt bezogen. Nach M. Schultze.

Für beide Abbildungen gilt die Bezeichnung der Schichten nach dem fortlaufenden Buchstaben, wie in Fig. 112.

der *Schwann'schen* Scheide. In einzelnen Ausnahmsfällen behält eine kleinere oder grössere Gruppe von Nervenfasern noch eine Strecke weit das Nervenmark bei, wodurch ein von der Sehnervenpapille ausgehender, weisser, undurchsichtiger Streif oder Fleck an der Netzhaut entsteht, welcher sich auch im Augenspiegelbilde auffallend kenntlich macht (*O. Becker, Dönitz*). Die Nervenfasern sind zu verschieden breiten, durch gegenseitigen Faseraustausch netzartig verflochtenen Bündeln geordnet, zwischen denen die bindegewebigen Elemente der Nervenfaserschichte (*Müller'sche* Stützfasern) hindurchziehen (Fig. 112 B).

Ueber den Verlauf der Nervenfaserbündel ist noch Folgendes anzuführen. Bei ihrem Abgang aus der Sehnervenpapille sind sie mehrfach über einander geschichtet, breiten sich aber bald zu einer einfachen Lage aus, welche, je weiter gegen die Ora serrata hin, um so dünner wird und um so reichlicher von bindegewebigen Elementen durchsetzt erscheint. Die Verlaufsrichtung der Bündel geht im Allgemeinen radiär von der Sehnervenpapille, als Mittelpunkt, aus; nur in dem lateralen Quadranten entsteht eine bedeutungsvolle Abweichung derselben, indem die Faserbündel hier in flachen, gegen einander geneigten Bogen die Gegend der Macula lutea umfangen und so nicht nur gerade von der Papille her, sondern auch von oben und unten allenthalben in die erstere eindringen. Dadurch kommt ein viel reicherer Zufluss von Nervenfasern zu der Macula lutea zu Stande, als an irgend einer anderen Netzhautstelle, während sie andererseits von über ihr wegziehenden Nervenbündeln völlig frei bleibt; in der Fovea centralis und deren nächsten Umgebung kommt daher eine geschlossene Nervenfaserschichte überhaupt nicht vor.

Allenthalben verlassen einzelne Nervenfasern die ihnen eigenthümliche Schichte, indem sie in schiefer Richtung nach aussen in die *Ganglienzellenschichte* abbiegen. Die charakteristischen Elemente derselben sind multipolare, theils rundliche, theils abgeflachte, verschieden grosse Ganglienzellen, deren Zellkörper im frischen Zustande völlig homogen und durchsichtig, stets frei von Pigment erscheint. Von ihren Fortsätzen ist einer stets nach innen gewendet, unverästigt und durch einen eigenthümlichen Glanz ausgezeichnet. Es ist der Axencylinderfortsatz, welcher direct in eine Nervenfaser übergeht. Neben ihm besitzt eine jede Ganglienzelle noch mehrere Protoplasmafortsätze, welche, nach aussen gerichtet, sofort in die

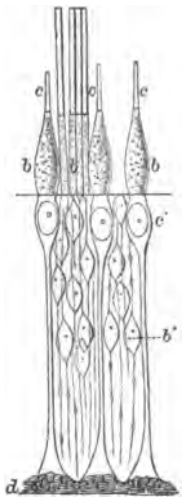
moleculare Schichte übertreten, um sich theils in derselben in zahlreiche, feinste Zweigchen aufzulösen, theils aber weiter in die innere Körnerschichte überzugehen. Die Anzahl der Ganglienzellen wechselt sehr nach den verschiedenen Bezirken der Netzhaut. Im Hintergrunde des Auges sind sie ziemlich zahlreich und stellen, zu zwei oder drei über einander gelagert, eine scharf ausgeprägte Schichte her. Nach den Seiten hin bilden sie nur mehr eine einfache Lage und treten, je näher der Ora serrata, desto spärlicher auf, so dass in dem vorderen Abschnitte der Netzhaut eine selbständige Ganglienzellenschichte nicht mehr besteht. Es kommen hier die vereinzelten Ganglienzellen in die Lücken der Nervenfaserschichte, ganz nahe der Limitans interna zu liegen. Durch eine sehr beträchtliche Anhäufung von zumeist kleinen Ganglienzellen ist die Macula lutea ausgezeichnet.

Die nervösen Elemente der *moleculären Schichte* werden durch die bereits erwähnten, verästigten Protoplasmafortsätze der Ganglienzellen und ausserdem durch die feinen varicösen Ausläufer der gleich zu beschreibenden Körnerzellen repräsentirt. Ueber das Detail ihrer Anordnung, namentlich über einen etwaigen Zusammenhang der beiderlei Elemente konnte bis jetzt noch nichts Sicheres ermittelt werden, da die Verfolgung derselben in dieser Schichte wegen der eigenthümlichen Beschaffenheit des bindegewebigen Gerüstes auf unüberwindliche Schwierigkeiten stösst.

Als nervöse Elemente der *inneren Körnerschichte* sind die sogen. *Körnerzellen* anzusehen. Es sind dies langgestreckte, fadenförmige, sehr vergängliche Gebilde, welche an einer Stelle in Folge der Einlagerung eines kugeligen oder ellipsoidischen, homogenen Kernes eine erhebliche Verbreiterung besitzen und dadurch die Gestalt einer mit zwei Fortsätzen versehenen Zelle annehmen. Beide Fortsätze sind ganz gerade gestreckt und verlaufen in entgegengesetzter Richtung. Der eine ist nach innen gewendet, ausserordentlich zart, ungetheilt (*Schwalbe*) und meist von Strecke zu Strecke mit kleinen varicösen Anschwellungen versehen; er lässt sich in die moleculäre Schichte hinein verfolgen, ohne dass jedoch über seine weiteren Schicksale etwas bekannt wäre. Der nach aussen gerichtete Fortsatz ist etwas stärker, gewöhnlich ganz glatt und zerspaltet sich an der Grenze der Zwischenkörnerschichte gabelig in zwei Fortsätze, welche dann in die genannte Schichte übergehen. Die Körnerzellen werden derzeit allgemein als bipolare Ganglienzellen mit sehr redu-

cirtem Zellkörper betrachtet, da sie sich, namentlich gegen Färbemittel, ähnlich wie diese verhalten. Ihre Kerne dürfen nicht verwechselt werden mit anderen ellipsoidischen Kernen, welche ebenfalls in dieser Schichte vorkommen, aber dem bindegewebigen Gerüste angehören. Beiderlei Gebilde wurden, bevor man ihre Bedeutung erkannt hatte, ohne Unterschied als »innere Körner« bezeichnet.

Fig. 114.



Elemente des Neuroepithels aus der menschlichen Netzhaut, im Umkreise des gelben Fleckes.

b Innenglieder, c Aussenglieder der Stäbchen und Zapfen.
b' Stäbchenkorn, c' Zapfenkorn.
Bei d Eintritt der Stäbchen- und Zapfenfasern in die Zwischenkörnerschichte. Der Zwischenraum zwischen b' und d entspricht der äusseren Faserschichte Henle's. Nach M. Schultze; (etwa 500fache Vergrösserung).

In der *äusseren granulirten Schichte* (*Zwischenkörnerschichte*) ist das Verhalten der nervösen Elemente ebensowenig erforscht, wie in der moleculären Schichte. Am wahrscheinlichsten ist noch immer die Annahme *M. Schultze's*, dass die in sie hineindringenden Ausläufer der Körnerzellen ein der Fläche nach ausgebreitetes Netzwerk bilden, welches dem der grauen Gehirnsubstanz analog wäre. Sicher scheint nur soviel, dass die Zwischenkörnerschichte der grösseren Masse nach bindegewebiger Natur ist, und dass auch die in ihr vereinzelt eingestreuten, kernartigen Gebilde dem Stützgewebe angehören.

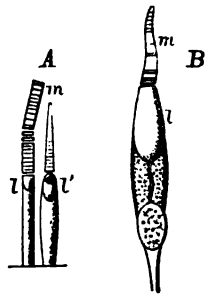
Die Formationen des Neuroepithels. Das Neuroepithel der Retina wird aus langgestreckten, dicht an einander gereihten, äusserst complicirt gebauten Gebilden zusammengesetzt, deren jedes als eine eigenartig modificirte Epithelzelle angesehen werden kann. Man unterscheidet an einem jeden derselben zwei Abschnitte: der eine davon ist ausserhalb der Membrana limitans externa gelegen und stösst daher unmittelbar an die Pigmentmembran an; er zeigt die Gestalt eines schmalen Cylinders oder Kegels und wird darnach als *Stäbchen* oder *Zapfen* bezeichnet. Der zweite Abschnitt liegt innerhalb der Membrana limitans externa und stellt einen langen, fadenartigen, mit einer kernhaltigen Anschwellung versehenen Anhang des äusseren Abschnittes dar; er führt den Namen *Stäbchenfaser* oder *Zapfenfaser* und demgemäss wird auch der eingeschlossene Kern als *Stäbchenkorn* oder *Zapfenkorn* benannt. Ein jedes dieser Epithelialgebilde durchbricht somit die Membrana limitans externa

an der Grenze seiner beiden Abschnitte, und es stellen die dicht aneinander gedrängten Stäbchen und Zapfen für sich die Stäbchenschichte her, während die Stäbchen- und Zapfenfasern mit ihren Körnern die wesentlichen Bestandtheile der äusseren Körnerschichte ausmachen. Wir wollen nun die beiden Abschnitte für sich in's Auge fassen.

Stäbchen und *Zapfen* zeigen, dem Wesentlichen nach, übereinstimmende morphologische Verhältnisse; selbst die im Allgemeinen hervortretenden Unterschiede in der äusseren Gestalt und in den Dimensionen erscheinen durch gewisse Uebergangsformen mehr oder weniger ausgeglichen.

Die *Stäbchen* (*Bacilli*) sind beim Menschen dünne Cylinder von 40—50 μ Länge und 1·5—2 μ durchschnittlicher Breite. Etwa in ihrer Mitte nimmt man eine zarte, quere Linie wahr, durch welche sie in zwei, nach mancher Richtung differente Abschnitte — das *Innenglied* (Fig. 114 b) und das *Aussenglied* (c) — getheilt werden. Das erstere ist um etwas weniges breiter, zart contourirt, blass und mit feinsten Körnchen besetzt; durch Carmin kann es sehr leicht, hingegen durch Ueberosmiumsäure nicht gefärbt werden. Das Aussenglied besitzt einen stärkeren, fettähnlichen Glanz, daher auch dunklere Contouren, und erscheint im frischen Zustande gewöhnlich völlig hyalin; es färbt sich in Carmin nicht, hingegen wird es nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure tief schwarz. Bald nach dem Absterben, noch viel rascher aber nach Zusatz von Wasser zeigen sich an den Aussengliedern die mannigfachsten Verkrümmungen und Biegungen, während sich die Substanz derselben der Quere nach zerklüftet und endlich in eine grosse Anzahl von dünnen Plättchen zerfällt (Fig. 115 A). Dieses constant auftretende Phänomen findet, wie *M. Schultze* nachgewiesen hat, seinen Grund darin, dass die Aussenglieder in der That aus einer Reihe über einander geschichteter Plättchen aufgebaut sind. Dieses Strukturverhältniss gibt sich mit Hilfe sehr starker Vergrösserungen an den grossen Stäbchen

Fig. 115.



A Zapfen und Stäbchen von Falco buteo, beide mit dem linsenförmigen Körper (l-l') versehen, m Aussenglied, theilweise in Querblättchen zerfallen.

B Zapfen von einem Affen, nach Maceration in verdünnter Salpetersäure. In dem Innengliede hat sich eine glänzende äussere Abtheilung, der linsenförmige Körper (l), von einer inneren, körnigen Abtheilung geschieden. Nach M. Schultze. 500fache Vergrösserung. (In das Innenglied ist eine sogenannte Axenfaser eingezeichnet worden, die sich vom linsenförmigen Körper bis in das Zapfenkorn erstreckt.)

des Frosches im frischen Zustande leicht durch eine zarte Querstreifung zu erkennen; aber auch an den Stäbchen des Menschen ist es durch Behandlung mit Ueberosmiumsäure erweislich.

Die Zapfen (*Coni*) sind im Allgemeinen kürzer, als die Stäbchen (32—36 μ lang), von flaschenähnlicher Gestalt, und lassen noch deutlicher das Aussenglied (Zapfenstäbchen) von dem Innenglied (Zapfenkörper) unterscheiden. Das letztere besitzt nemlich die Form eines langgezogenen, etwas ausgebauchten Kegels, dessen Basis auf der Membrana limitans externa aufruht. Die Breite desselben an der Basis beträgt im Mittel 6—7 μ. Das Aussenglied setzt sich von ihm scharf ab und zeigt ebenfalls eine Andeutung der conischen Form, da es nach aussen zu mit einer feinen Spitze versehen ist. In ihren übrigen Charakteren gleichen Aussenglied und Innenglied ganz den entsprechenden Theilen der Stäbchen, nur erfolgen die postmortalen Veränderungen noch viel rascher, als an den letzteren.

Die Aussenglieder der Stäbchen, nicht aber die der Zapfen, sind der Sitz einer der Netzhaut während des Lebens eigenthümlichen, lebhaft rothen Färbung, welche durch ihren Entdecker *Boll* mit dem Namen *Sehpurpur* bezeichnet worden ist. Dieselbe kann sowohl durch die ophthalmoskopische Untersuchung, als wie an der frisch herauspräparirten Netzhaut constatirt werden. Durch Einwirkung diffusen Tageslichtes erblasst der Sehpurpur ziemlich rasch, er regenerirt sich aber im Dunkeln, sowohl am Lebenden, als auch an der frisch herausgenommenen Netzhaut, wenn sie wieder mit ihrer natürlichen Unterlage in Berührung gebracht wird (*Kühne*). Bei Natronlicht, sowie im Dunkeln, erhält sich der Sehpurpur tagelang, und selbst noch nach Eintritt der Fäulniss; auch zeigt er sich gegen chemische Einwirkungen ziemlich resistent. *Kühne,* welchem wir die Kenntniss dieser Thatsachen verdanken, ist es jüngst gelungen, den Farbstoff der Netzhaut durch Gallensäuren in Lösung zu bringen und selbst in fester Form darzustellen.

Ausser den bisher genannten Eigenschaften der Stäbchen und Zapfen sind an denselben noch eine Reihe feinerer Structurverhältnisse beobachtet worden. Die Aussenglieder der Stäbchen erscheinen bei Untersuchung mit sehr starken Vergrösserungen von einer Anzahl paralleler, der Länge nach, oder eigentlich in langen Spiraltouren verlaufender Linien besetzt. Dieselben entsprechen, wie sich namentlich bei der Flächenansicht der aus ihnen isolirten Plättchen deutlich erkennen lässt, einer seichten Furchung (Canellirung) ihrer

Oberfläche, deren Bedeutung sich aus den später zu erwähnenden Beziehungen der Pigmentmembran zu der Stäbchenschichte ergibt.

Auch die Innenglieder der Stäbchen, und noch viel deutlicher die der Zapfen, erweisen nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure eine feine, der Länge nach ziehende Streifung. Diese hat aber einen anderen Grund, als wie die der Aussenglieder. Sie entspricht einer grossen Zahl feinster, glänzender, für sich isolirbarer Fäserchen, welche, in spitzen Winkeln durch einander geflochten, die äussere Hälfte des Zapfenkörpers einnehmen. Sie sind von *M. Schultze* unter der Bezeichnung *Fadenapparat* zuerst beschrieben worden und kommen dem Menschen und den meisten Säugethieren zu. Bei Vögeln, Amphibien, Reptilien und einzelnen Säugethierordnungen findet man anstatt dessen in der Substanz des Innengliedes einen ovalen oder ellipsoidischen Körper, der durch einen matten Glanz ausgezeichnet ist und durch Behandlung mit Osmiumsäure oder Jod besonders deutlich hervortritt. Er hat seinen Sitz stets an der Grenze des Aussengliedes und wendet diesem eine abgeplattete Fläche zu. Diese Gebilde sind zuerst an den Zapfen der Vögel durch *Krause* entdeckt und als *Opticus - Ellipsoide* bezeichnet worden. Später hat sie *M. Schultze* bei den verschiedensten Wirbelthieren nachgewiesen und für sie den Namen *linsenförmige Körper* eingeführt. Auch beim Menschen sind sie gesehen worden. Stets sind sie in den Zapfen viel schärfer ausgeprägt und auch grösser, als in den Stäbchen. Ausserdem kommen in den Zapfen der Vögel, Reptilien und Amphibien fettartige, theils farblose, theils in verschiedenen Nuancen des Gelb und Roth gefärbte Kugeln vor. Sie sitzen ebenfalls an der äusseren Grenze des Innengliedes und nehmen die ganze Breite desselben ein (Fig. 115 — A). An den Stäbchen kommen sie niemals vor.

Zu erwähnen ist noch, dass von mehreren Autoren in den Innengliedern der Zapfen (beim Menschen, bei Affen und Vögeln) ein central gelegener, bis an die Basis herab verlaufender, glänzender Faden beschrieben und als eine terminale Nervenfaser gedeutet worden ist. Es ist jedoch die Existenz dieses unter dem Namen der *Axenfaser* bekannten Gebildes noch keineswegs sicher gestellt.

Die *Vertheilung* der Stäbchen und Zapfen über die verschiedenen Bezirke der Netzhaut ist eine ganz gesetzmässige. In dem mittleren Theile der Macula lutea kommen nur Zapfen vor, die Stäbchen fehlen gänzlich. Die ersteren sind, wie *M. Schultze* treffend

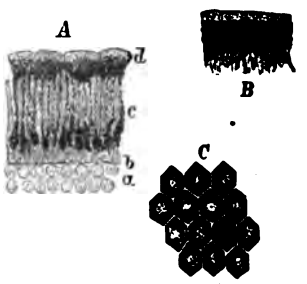
sagt, in Bogenlinien gestellt, „welche in der Richtung gegen das Centrum des gelben Fleckes convergiren und eine Chagrinzeichnung hervorrufen, etwa wie sie die Rückseite vieler Taschenuhren ziert." An den seitlichen Parthien der Macula lutea treten die Stäbchen auf, und zwar in einer Reihe um je einen Zapfen gestellt; bald werden sie reichlicher, so dass zwischen je zwei Zapfen immer zwei und dann drei Stäbchen eingeschoben sind. Dieses Verhältniss erhält sich dann bis an die Ora serrata. Der angegebenen Vertheilung entsprechend ergeben sich auch gewisse Unterschiede in den *Dimensionen* der Zapfen und Stäbchen. Die letzteren zeigen von der Macula lutea gegen die Ora serrata hin eine allmälige, aber nicht bedeutende Abnahme an Länge, ohne irgend eine bemerkbare Veränderung der Gestalt. Die Zapfen hingegen weichen im Bereiche des gelben Fleckes in beiden Beziehungen von ihrem sonstigen Verhalten ab. Sie werden vom Rande desselben gegen die Fovea centralis hin immer länger und zugleich schmäler, so dass ihre Gestalt der der Stäbchen nicht unähnlich wird. Dieser Umstand ist desshalb von hoher Bedeutung, weil so die Anzahl der Zapfen, welche in der Raumeinheit der Fovea centralis Platz finden, eine viel grössere wird.

Stäbchenfasern und *Zapfenfasern,* welche, wie bereits erwähnt, mit ihren kernhaltigen Anschwellungen die charakteristischen Formationen der *äusseren Körnerschichte* bilden, entspringen an dem inneren Ende der Stäbchen und Zapfen und ziehen in gerader Richtung gegen die Zwischenkörnerschichte hin. Sie unterscheiden sich sehr auffallend dadurch, dass die Zapfenfaser bedeutend dicker ist, und ihre kernhaltige Anschwellung — das *Zapfenkorn* — unmittelbar an die Membrana limitans, dicht an die Basis des Zapfens zu liegen kommt, während die äusserst zarte und vergängliche Stäbchenfaser erst an einer weiter einwärts gelegenen Stelle das *Stäbchenkorn* trägt. Die Zapfenfaser endigt als solche an der Grenze der Zwischenkörnerschichte mit einer kegelförmigen Verbreitung (*Zapfenfaserkegel*). Aus dieser entspringt eine Anzahl feinster Fäserchen, welche sich in der letztgenannten Schichte verlieren. Auch die Stäbchenfasern zeigen häufig an der genannten Stelle eine kolbige Auftreibung, ohne dass es jedoch bis jetzt gelungen wäre, ähnliche Fortsetzungen derselben, wie an der Zapfenfaser, mit Sicherheit nachzuweisen. — Die Stäbchen- und Zapfenkörner sind ellipsoidische, im frischen Zustande ganz durchsichtige Gebilde, jedoch von einander nicht nur durch die Lage, sondern auch durch ihr Aussehen zu

unterscheiden. Während die Zapfenkörner völlig homogen sind und nur ein kleines Kernkörperchen in sich erkennen lassen, erscheint die Substanz der Stäbchenkörner durch aufeinanderfolgende, stärker und schwächer lichtbrechende Streifen deutlich quergebändert. Die Bedeutung dieser von *Henle* zuerst beschriebenen Erscheinung ist bis jetzt noch nicht aufgeklärt.

An den meisten Bezirken der Retina füllen die nahe an einander gedrängten Stäbchen- und Zapfenkörner die äussere Körnerschichte völlig aus und lassen nur Raum zwischen sich für die durchziehenden Fasern und für die verhältnissmässig spärliche Stützsubstanz. Nicht so in der Umgebung der Macula lutea; hier erscheinen die nach innen von dem Korne gelegenen Abschnitte der Stäbchen- und Zapfenfasern bedeutend verlängert, und zwar umsomehr, je näher der Macula lutea zu, und am allermeisten in dieser selbst. Dabei nehmen sie allmälig eine schief gegen die Fovea centralis geneigte Richtung an. Es entsteht dadurch eine von Körnern freie und nur von den verlängerten Stäbchen- und Zapfenfasern eingenommene innere Abtheilung der äusseren Körnerschichte (Fig. 107 und 111), welche von *Henle* unter dem Namen *der äusseren Faserschichte* als eine gesonderte Schichte der Netzhaut aufgeführt wird.

Fig. 116.



A Die epitheliale Lage und die Pigmentschichte der Netzhaut des Frosches im senkrechten Durchschnitt. a äussere Körnerschichte, b Membrana limitans externa, c Stäbchenschichte mit den in sie hereinziehenden Ausläufern der Zellen der Pigmentschichte (d).
B Vier isolirte Zellen der Pigmentschichte in der Längenansicht (frisch, in Jodserum).
C Die Zellen der Pigmentschichte von der Fläche her gesehen (aus der Netzhaut des Menschen). (Hartnack, Immers. Syst. X. Ocul. 2.)

Die Pigmentmembran der Netzhaut. Sie besteht aus einer Lage eigenthümlich gestalteter, stark pigmentirter Zellen, deren Anordnung bei der Flächenansicht völlig das Bild eines einfachen Pflasterepithels wiedergibt, daher auch die für diese Schichte vielfach gebrauchte Bezeichnung: *Pigmentepithel.* Die einzelnen Zellen erscheinen dabei als ziemlich regelmässige Sechsecke, in deren Mitte durch einen hellen, rundlichen Fleck die Stelle des Kernes angedeutet ist.

Ueber die wahre Gestalt dieser Pigmentzellen kann man nur durch Vergleichung von Isolationspräparaten und senkrechten Durchschnitten der Netzhaut Auskunft erlangen. Es ergibt sich, dass

eine jede dieser Zellen einen compacten Körper besitzt, von welchem nach einwärts ein ganzes Büschel dünner Fortsätze hervorgeht und zwischen die Elemente der Stäbchenschichte eindringt (Fig. 116). Die Vertheilung des Pigmentes in den Zellen ist keine ganz gleichmässige; stets findet sich eine periphere, der Glashaut der Chorioidea zugewendete, pigmentfreie Zone derselben, während der den Stäbchenenden zugewendete Theil des Zellkörpers dicht mit den Farbstoffkörnchen erfüllt ist. Die fadenförmigen Fortsätze enthalten beim Menschen und bei Säugethieren nur in der Nähe ihres Ursprunges Pigmentkörnchen; ihrer grössten Länge nach sind sie farblos. Sie lagern sich in die oben beschriebenen Furchen der Aussenglieder ein. Bei den übrigen Wirbelthierklassen sind diese Fortsätze viel stärker entwickelt und dicht mit Pigmentkörnchen versehen, namentlich findet sich häufig an ihren inneren, noch zwischen die Innenglieder der Stäbchen und Zapfen hineinragenden Enden wieder eine stärkere Anhäufung derselben. Die Pigmentkörnchen selbst sind übrigens nicht rundlich wie die der Chorioidea, sondern zeigen, im frischen Zustande mit sehr starken Vergrösserungen untersucht, scharfkantige, oft prismenähnliche Formen (*Frisch*). Bei albinotischen Individuen fehlt der Farbstoff, die Gestalt und Anordnung der Zellen weicht hingegen nicht von der Norm ab.

Die Bindesubstanz der Netzhaut. Wie schon oben bemerkt worden ist, breitet sich durch die ganze Netzhaut ein bindegewebiges Gerüste aus, welches, mit Ausnahme der Pigmentmembran und der Aussenglieder der Stäbchenschichte, alle nervösen und epithelialen Formationen umschliesst und allenthalben ein zusammengehöriges Ganzes darstellt (vgl. Fig. 113 B). Es ist eine continuirliche Fortsetzung des in dem Sehnerven enthaltenen Bindegewebes (*Klebs*), zeigt aber eine ganz eigenartige Gestaltung, welche am besten durch den von *M. Schultze* eingeführten Namen *spongiöse Bindesubstanz* gekennzeichnet wird. Das Gefüge derselben gleicht einem Schwamm, indem durch allseitig zusammenhängende Fäserchen und Blättchen ein körperlich ausgebreitetes Netzwerk hergestellt wird, in dessen Lücken die nervösen und epithelialen Formationen eingeschlossen sind. Dem entsprechend gestaltet sich das spongiöse Gewebe ausserordentlich dicht und feinmaschig in den beiden granulirten Schichten, zeigt grössere Lücken im Bereiche der Körnerschichten, die grössten aber zur Aufnahme der Ganglienzellen. Besonders hervortretende Formationen innerhalb

des spongiösen Gewebes sind die sogen. *Radialfasern* (*Müller'sche Stützfasern*). Es sind dies zahlreiche, in regelmässigen Abständen gelagerte und die Dicke der Netzhaut senkrecht zur Oberfläche durchsetzende Faserzüge, welche sich mit einer kegelförmigen Verbreiterung von der Membrana limitans interna erheben. Einige von ihnen lösen sich ganz oder zum Theil schon in der inneren granulirten Schichte in das dichte Schwammgewebe auf, andere verlaufen weiter in die äusseren Schichten, ringsum mit dem flächenartig ausgebreiteten Netzwerke in Zusammenhang, und endlich zerfasern sie sich vollständig in der äusseren Körnerschichte, um mit ihren Ausläufern in die Membrana limitans externa zu übergehen. Im Bereiche der inneren Körnerschichte sind ihnen stets ellipsoidische, mit deutlichem Kernkörperchen versehene Kerne eingelagert.

Die *Membrana limitans externa* und *interna* werden von den meisten neueren Autoren für verdichtete Grenzschichten des spongiösen Gewebes angesehen, namentlich die letztere als durch Verschmelzung der Basen der Radialfaserkegel entstanden betrachtet. Nun kann aber unter Umständen ein strukturloses Häutchen demonstrirt werden, welches die Basen der Radialfasern von dem Glaskörper trennt und, je nach der Präparationsmethode, das einemal an der Netzhaut, das anderemal an dem Glaskörper haften bleibt. Dasselbe wird von einigen Autoren (*Schwalbe, Krause*) dem Glaskörper zugerechnet und als *Membrana hyaloidea* bezeichnet, von anderen aber als identisch mit der Limitans interna der Netzhaut betrachtet (*Henle, Merkel*).

Mit der Limitans externa schliesst das Stützgewebe der Retina noch nicht vollständig ab; es erheben sich nemlich an ihrer äusseren Seite in senkrechter Richtung zahlreiche, äusserst zarte, kurze Fäserchen, welche die Innenglieder der Stäbchen und Zapfen hürdenartig umgeben; fallen die letzteren heraus, so bleiben die Fäserchen, gleichsam leere Körbe bildend, zurück. Daher stammt auch der für diese Formation gebräuchliche Terminus: *Faserkörbe.* Man erblickt in ihnen die letzten Ausläufer der Radialfasern. —

Es ist schon in den vorstehenden Blättern auf einzelne Besonderheiten hingewiesen worden, welche die Elemente der Netzhaut an der Stelle des deutlichsten Sehens — in der *Macula lutea* und in der *Fovea centralis* aufweisen. Es ist nun noch einiges über dieselben hinzuzufügen. Die gelbe Färbung dieser Netzhautstelle rührt von einem diffusen Farbstoff her, mit welchem die Gehirnschichte —

nicht das Neuroepithel — durchtränkt ist. In Bezug auf seinen Bau zeichnet sich der gelbe Fleck vor Allem durch die hervorragende Ausbildung der epithelialen Formationen und durch das Zurücktreten der Bindesubstanz vor den übrigen Netzhautbezirken aus. Daher rührt wesentlich seine grössere Weichheit und das raschere Auftreten von postmortalen Veränderungen (Faltungen u. dgl.). Wie bereits erwähnt, nimmt die Zahl der Stäbchen in der unmittelbaren Umgebung des gelben Fleckes sehr rasch ab, während in demselben Maasse die der Zapfen wächst, so dass in den peripheren Theilen des gelben Fleckes nur eine Reihe von Stäbchen um je einen Zapfen zu liegen kommt und nach der Mitte hin, namentlich aber in der centralen Grube, ausschliesslich nur Zapfen sich finden; es wurde auch der höchst charakteristischen Verhältnisse bereits gedacht, welche diese in Bezug auf Grösse, Form und Anordnung zeigen. Die Zellen des Pigmentstratums sind hier etwas schmäler, besitzen jedoch, entsprechend der bedeutenden Länge der Aussenglieder auffallend längere, zwischen diese hineinziehende Fortsätze.

Eine weitere Eigenthümlichkeit des gelben Fleckes, die ausserordentliche Länge der Zapfenfasern und deren schief von der centralen Grube nach der Peripherie geneigte Richtung, hängt mit der beträchtlichen Verdünnung der ganzen Gehirnschichte der Retina im Bereiche der centralen Grube zusammen. Es fehlt in derselben nicht nur die Nervenfaser- und Ganglienzellenschichte, sondern auch die innere Körnerschichte gänzlich, so dass die Zapfenfasern der Fovea centralis, um die Verbindung mit der letzteren Schichte zu erreichen, einen stark divergirenden Verlauf einzuhalten genöthigt sind. Dem gegenüber ist jedoch zu betonen, dass das ganze übrige Bereich des gelben Fleckes durch eine sehr bedeutende Anhäufung von Ganglienzellen ausgezeichnet ist, und dass dieselben, insbesondere um den Rand der centralen Grube herum, in mehrfachen Lagen übereinander geschichtet sind. Ueber das Verhalten der Nervenfaserschichte ist bereits oben das Nöthige beigebracht worden. Die spongiöse Bindesubstanz ist an der Macula lutea äusserst zart und nur in sehr geringer Menge vorhanden, namentlich fehlt die Formation der *Müller'schen* Stützfasern gänzlich. —

In ganz entgegengesetztem Sinne weicht der Bau der Netzhaut in der Gegend der *Ora serrata* von den übrigen Bezirken ab. Hier gelangt die Bindesubstanz zu stärkerer Entwicklung, die nervösen Elemente werden spärlicher und auch die Bestandtheile des Neuro-

epithels zeigen eine geringere Ausbildung. Während nun aber die vereinigte Nervenfaser- und Ganglienzellenschichte (vergl. oben) sich schon in den seitlichen Bezirken der Netzhaut nach und nach sehr verdünnt hat, auch das Vortreten der bindegewebigen Stützfasern etwa von dem Aequator des Bulbus an immer deutlicher bemerkbar wird, erhalten sich im Uebrigen die Schichten der Netzhaut, wenn auch nicht unbeträchtlich verschmälert, bis nahe an die Ora serrata in ihren wesentlichen Eigenschaften und scharf von einander abgegrenzt. Der Uebergang in die Pars ciliaris retinae erfolgt somit, wenigstens beim Menschen, ganz plötzlich; die Sonderung der einzelnen Schichten verliert sich, indem zwischen die zelligen Elemente derselben reichliche radiäre Bindesubstanzzüge einstrahlen, welche von einer Membrana limitans bis zur anderen sich erstrecken; die Stäbchen und Zapfen lassen nahe an der Ora serrata grössere, durch die hineinragenden Fortsätze der Pigmentzellen ausgefüllte Zwischenräume zwischen sich; es verschwinden dann zuerst die Stäbchen, während die Zapfen noch an einer ganz schmalen Zone in entsprechenden Intervallen allein übrig bleiben und erst an der Stelle aufhören, wo die übrigen Schichten bereits den Charakter des Ciliartheiles anzunehmen beginnen. Es erhält sich somit die Sonderung der Stäbchenschichte am längsten.

Bei älteren Personen findet man häufig eine eigenthümliche Veränderung der Netzhaut in der Nähe der Ora serrata, welche sich schon dem freien Auge durch eine leichte Wulstung kenntlich macht. An Durchschnitten bemerkt man dann eine Anzahl grosser, rundlicher oder oblonger, communicirender Hohlräume, welche gewöhnlich über mehrere Schichten der Netzhaut sich erstrecken und mit einer klaren Flüssigkeit erfüllt sind; zwischen ihnen erscheint das Stützgewebe der Netzhaut zu starken, pfeilerförmigen Bündeln geformt, welche nicht selten durch quere Bälkchen unter einander verbunden sind. Man pflegt diesen Zustand als *Oedem* der Netzhaut zu bezeichnen und sieht ihn mit Recht als eine senile Veränderung derselben an (*Merkel, Iwanoff*).

Der Ciliartheil der Netzhaut (Pars ciliaris retinae) lässt von der Ora serrata bis an den Ciliarrand der Regenbogenhaut drei Schichten unterscheiden, welche sich aus dem hinteren Abschnitt der Netzhaut continuirlich fortziehen. Es sind dies die *Pigmentmembran,* die *Radialzellenschichte* und die *Membrana limitans interna.*

Die *Pigmentmembran* haftet der mittleren Augenhaut sehr innig an, so dass es nicht möglich ist, sie unverletzt von derselben abzulösen, und aus diesem Grunde ist es üblich geblieben, sie der Aderhaut zuzurechnen, trotzdem ihre gemeinschaftliche Abkunft mit der Netzhaut und ihr continuirlicher Zusammenhang mit der Pigmentmembran des hinteren Theiles der Netzhaut allgemein anerkannt ist. Allerdings ist hier ihre histologische Beschaffenheit nicht mehr genau dieselbe. Ihre Elemente sind rundliche oder polyedrische, zu zwei und stellenweise auch zu drei Lagen über einander geschichtete Zellen, welche dicht mit Pigmentkörnchen erfüllt sind und daher in situ weder ihre Kerne, noch auch ihre Grenzen erkennen lassen. Sie dringen namentlich in die grubigen Vertiefungen, welche die Glashaut der Chorioidea durch ihr Faltensystem erzeugt, allenthalben hinein und es erhält daher die Pigmentmembran eine unregelmässig höckerige, äussere Oberfläche.

Die *Radialzellenschichte* besteht aus cylinderförmigen, in der Nähe der Ora serrata sehr hohen, nach vorne allmälig kürzer werdenden Zellen, welche nach Art eines einschichtigen Epithels geordnet sind. Die Substanz dieser Zellen ist deutlich längsstreifig, ohne dass sich jedoch distincte Fäserchen in ihr nachweisen liessen. Der seitliche Umfang der Zellen ist häufig gezähnelt, ihr nach einwärts gerichtetes Ende entweder stumpf abgerundet, oder kegelförmig verbreitert und in mehrere Zacken zerspalten. Ungefähr in der Mitte einer jeden Zelle liegt ein scharf begrenzter, oblonger, hyaliner Kern. Die Bedeutung dieser Gebilde ist vielfach discutirt worden. Am meisten hat unstreitig die Ansicht *Kölliker's* und *M. Schultze's* für sich, nach welcher sie als die Analoga der radialen Stützfasern der Netzhaut angesehen werden müssen. Ihr unmittelbarer Anschluss an dieselben, die Details ihrer Form und endlich ihre innige Verbindung mit der Membrana limitans interna sprechen deutlich dafür, während keine positiven Anhaltspunkte vorliegen, welche eine andere Deutung rechtfertigen könnten.

Die *Membrana limitans interna* stellt hier, sowie in dem übrigen Theile der Netzhaut eine homogene Begrenzungsschichte dar, welche mit den Radialzellen allenthalben verschmolzen ist; jedoch gelang es *Schwalbe,* sie durch längere Maceration in chromsaurem Kali isolirt darzustellen, wobei sich ihre äussere Oberfläche mit zahlreichen feinen Leistchen und Zäckchen besetzt zeigte.

Der Glaskörper (Corpus vitreum). Seine Substanz erscheint im frischen Zustande als eine vollkommen homogene, durchsichtige Gallerte, ohne jede Andeutung irgend einer Textur.

Als solche wird sie denn auch von einigen Autoren betrachtet. Dem steht jedoch entgegen, dass der zerschnittene, auf ein Filter gelegte Glaskörper in zwei Substanzen zerfällt, indem eine vollkommen klare Flüssigkeit abfiltrirt und eine, wenn auch nur geringe Menge festweicher Substanz zurückbleibt. Es muss demnach angenommen werden, dass in dem intacten Glaskörper die Flüssigkeit räumlich getrennt von einer geformten, völlig durchsichtigen Substanz enthalten ist. Darauf weist auch die Betrachtung des gefrorenen Glaskörpers hin; denn derselbe stellt keineswegs einen compacten Eisklumpen dar, sondern zeigt ganz constant an der Oberfläche ein blättriges Gefüge, während im Inneren unregelmässig geformte Eisstückchen neben einander liegen. Daraus, sowie aus den Ergebnissen verschiedener anderer Untersuchungsmethoden geht hervor, dass die geformten Theile des Glaskörpers ein Lückensystem begrenzen, welches an der Oberfläche eine andere Anordnung, als in den mittleren Parthien besitzt. Den besten Ausdruck für die thatsächlichen Verhältnisse gibt, wie es scheint, die von *Stilling* herrührende Darstellung, der gemäss man an dem Glaskörper eine Rindenschichte und einen Kern zu unterscheiden hat. Die erstere besteht aus concentrischen Lamellen der geformten Substanz, zwischen denen schalenförmige Spalträume zur Aufnahme der Flüssigkeit übrig bleiben. Die Rinde umgibt aber den Kern nicht vollständig, sondern endigt vorne an der Ora serrata, reicht also nicht bis zur Linse heran. Der Kern lagert somit in der Rinde, etwa wie ein Ei im Eibecher, indem er über sie hervorragt und in der tellerförmigen Grube frei zu Tage liegt. *Stilling* hat durch seine Untersuchungen auch die Existenz des sogen. *Cloquet'schen Kanales* (*Canalis hyaloideus*) sichergestellt. Derselbe stellt eine einfache, etwa 1 Millimeter weite, mit klarer Flüssigkeit erfüllte Röhre dar, welche sich in gerader Richtung von der Sehnervenpapille bis an den hinteren Pol der Linse erstreckt. Er entspricht der Lagerstätte der fötalen, bei Erwachsenen nur in seltenen Ausnahmsfällen noch vorhandenen Arteria hyaloidea (capsularis).

Der Glaskörper enthält unter allen Umständen zellige Elemente; sie sind bei Erwachsenen nur sehr spärlich, bei Kindern etwas reichlicher vorhanden und stets in den äusseren Lagen der Rindenschichte eingebettet. Sie erscheinen als rundliche oder abgeflachte,

zart granulirte und undeutlich begrenzte Zellen mit einem kleinen, runden Kerne. *Iwanoff* hat an ihnen amöboide Bewegungen nachgewiesen.

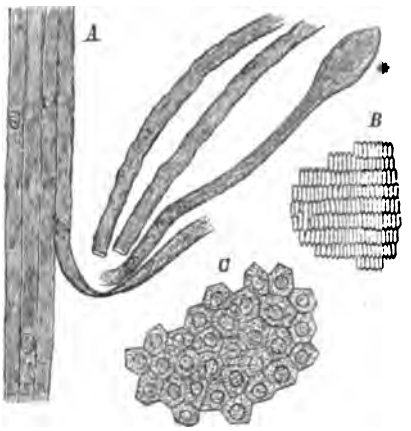
Es ist bereits oben angeführt worden, dass der Glaskörper von der Netzhaut durch eine glashelle Membran getrennt ist, welche unter Umständen mit dem ersteren in Zusammenhang von der Netzhaut abgelöst werden kann, wobei dann immer noch ein der Limitans interna entsprechender Saum an der letzteren nachweisbar bleibt. Es eignet sich dazu am besten ein mehrstündiges Einlegen eines frischen Auges in stark verdünnten Alkohol. Die so dargestellte *Membrana hyaloidea* zeigt sich in ihrem hinteren Abschnitte, bis in die Gegend der Ora serrata, äusserst zart, ganz strukturlos und adhärirt sehr fest an der Substanz des Glaskörpers; von da nach vorne verstärkt sie sich aber, nimmt eine eigenthümlich faserige Beschaffenheit an und übergeht unmittelbar in die Zonula ciliaris.

Die Krystalllinse. Sie besteht aus einer weichen, leicht zerdrückbaren Substantia propria und aus einer diese umhüllenden, festeren, membranösen Kapsel. Die letztere ist völlig strukturlos, sehr elastisch und spröde; sie reisst daher von einem gemachten Einstich aus, bei einigem Druck, sehr leicht weiter ein und rollt sich mit ihren scharfen Rändern um. Sie ist an der vorderen Fläche der Linse, namentlich gegen den vorderen Pol zu, beträchtlich dicker, als an der hinteren Fläche. Ihrem chemischen Verhalten nach steht sie den sogen. Glashäuten nahe, unterscheidet sich aber von ihnen durch ihre geringere Resistenz gegen Säuren (*Kühne*) und durch ihre Löslichkeit in kochendem Wasser (*Strahl*). Die morphologische Bedeutung der Linsenkapsel ist noch nicht sicher festgestellt, doch sind entwicklungsgeschichtliche Thatsachen bekannt geworden, nach denen sie nicht als Produkt der Linsenfasern, sondern als eine von diesen genetisch unabhängige, bindegewebige Bildung aufzufassen ist.

Der vordere Theil der Linsenkapsel ist an seiner hinteren Fläche mit einem einschichtigen, aus ziemlich regelmässig sechsseitigen Zellen zusammengesetzten *Epithel* bekleidet (Fig. 117 C). Am Aequator der Linse werden die Epithelzellen etwas schmäler und höher, es verliert sich ihre scharfe Abgrenzung, und sie gehen endlich unmittelbar in die sogleich zu beschreibenden Linsenfasern über. Der hintere Theil der Linsenkapsel besitzt kein Epithel, er steht in directer Berührung mit der Linsensubstanz.

Die Formelemente, aus welchen die Substanz der Krystalllinse selbst aufgebaut ist, die *Linsenfasern*, sind lange, schmale Bänder von völlig hyalinem Aussehen; sie sind im frischen Zustande von ganz glatten oder äusserst fein gezähnelten, parallelen Rändern begrenzt, sehr weich und biegsam und haften innig an einander. Nach Behandlung der Linse mit Säuren treten die Zacken an den Rändern stärker hervor, die Fasern werden durch Gerinnung ihrer Substanz spröder und härter und fallen leichter auseinander. Die oberflächlich gelegenen Linsenfasern sind etwas breiter als die tieferen und enthalten je einen scharf umschriebenen, flachen, elliptischen Kern und zwar ist die Stelle, an welcher er eingelagert ist, stets nahe dem Aequator der Linse zu suchen (Kernzone). Die mehr central gelegenen Linsenfasern sind durchwegs kernlos. Ueber die wahre Gestalt und das gegenseitige Lagerungsverhältniss der Linsenfasern erhält man am besten Aufschluss an Durchschnitten, welche quer zum Verlaufe derselben geführt worden sind. Es erscheinen dann ihre Querschnitte in Gestalt schmaler, lang gezogener Sechsecke, welche sich ganz regelmässig mit ihren langen Seiten berühren und mit ihren kurzen Spitzen in Zickzacklinien ineinander greifen. Nicht selten findet man diese gleichmässige Zeichnung durch das Dazwischentreten eines längeren Sechseckes unterbrochen, was davon herrührt, dass eine jede Linsenfaser an ihren beiden Enden eine schaufelförmige Verbreiterung besitzt. Alle Linsenfasern wenden übrigens eine ihrer breiten Flächen dem Centrum und die andere der Oberfläche der Linse zu. Mit Bezug auf die Beschaffenheit der Linsenfasern ist noch zu erwähnen, dass sie von vielen Seiten nicht als solide Gebilde, sondern als Röhren angesehen werden, an denen man eine zarte, hyaline Hülle und einen flüssigen Inhalt unter-

Fig. 117.



A Bruchstücke von Linsenfasern, zum Theil mit eingelagerten Kernen; bei * das verbreiterte Ende einer Faser. (Zupfpräparat nach Härtung der Linse in Müller'scher Flüssigkeit.)
B Linsenfasern im Querschnitte.
C Epithel der vorderen Linsenkapsel (frisch mit Kochsalzlösung dargestellt).
Sämmtliche Objekte vom Menschen.
(Hartnack, Object. VIII. Ocul. 2.)

scheiden könne. Die dafür beigebrachten Gründe sind indessen kaum völlig überzeugend.

Verlauf und Anordnung der Linsenfasern. Wird die Krystalllinse aus dem Auge entfernt, so verliert sie allmälig ihre vollkommene Durchsichtigkeit, und zwar mehr in ihren centralen (Linsenkern), als in den peripheren Parthien. Man bemerkt dann an der vorderen und hinteren Fläche radiär von den Polen ausgehende Streifen (*Linsennäthe*), welche sich schichtenweise auch in die Tiefe verfolgen lassen. Dieselben treten an menschlichen Linsen typisch zu einer dreistrahligen Figur zusammen, wobei die Strahlen der vorderen Fläche um 60° gegen die der hinteren Fläche verwendet sind. Am ausgesprochensten findet sich dieses Verhältniss an den Linsen neugeborener Kinder, während bei Erwachsenen mannigfache individuelle Differenzen vorkommen. Gewöhnlich spaltet sich bei diesen eine jede Linsennath in zwei divergirende Zweige, so dass im Ganzen eine sechsstrahlige, mehr oder minder regelmässige Sternfigur entsteht. Lässt man eine Linse durch längere Zeit in Wasser maceriren, oder kocht man sie mit starken Mineralsäuren, so zerklüftet sich ihre Substanz entsprechend den Näthen und blättert sich von diesen aus allmälig zu zahlreichen Lamellen auf. Ebenso kann man an in Chromsäure erhärteten Linsen zahlreiche, dünne, von der vorderen Fläche über den Aequator weg an die hintere Linsenfläche ziehende Blätter oder Streifen ablösen, welche alle aus einer grossen Summe von Linsenfasern bestehen. Diese sind somit derart schichtenweise übereinander gelagert, dass sie, der Oberfläche der Linse parallel, in meridionaler Richtung den Aequator überschreiten und so mit einem Theile der vorderen, und mit einem anderen Theile der hinteren Hälfte der Linse angehören. Dabei beschreiben die oberflächlichen Fasern steile, dem Linsenrande zugewendete Bogen, während sie, je weiter nach der Mitte hin, um so mehr einem Kreisbogen nach verlaufen. Es reicht nun aber keine Linsenfaser von dem einen Pole bis zu dem anderen, sondern je näher demselben ihr vorderes Ende gelegen ist, um so mehr bleibt ihr hinteres Ende von dem hinteren Linsenpol entfernt. Es hat sich ferner ergeben, dass Anfang und Ende einer jeden Linsenfaser an einer Nath gelegen ist, und dass längs einer solchen von jedem Punkte aus je zwei in spitzen Winkeln divergirende Linsenfasern ihren Ausgangspunkt nehmen, um, wenn sie den

Aequator überschritten haben, wieder an einer Nath zu enden. Es wird somit jene Linsenfaser, welche in einer gegebenen Schichte an dem vorderen Pol der Linse ihren Anfang nimmt und, den von zwei Näthen gebildeten Winkel halbirend, gegen den Aequator zieht, an der hinteren Linsenfläche in dem äussersten Punkte einer Nath ihr Ende finden. So erklärt sich denn die verwendete Stellung der Strahlenfigur an der vorderen und hinteren Linsenfläche.

An der Stelle der Näthe findet man an gehärteten Linsen gewöhnlich, in verschiedener Zahl und Grösse, hyaline Tropfen und Blasen angehäuft, welche man als einer formlosen Zwischensubstanz angehörig betrachtet hat. Es ist jedoch viel wahrscheinlicher, dass sie Substanztheile der Linsenfasern darstellen, welche in Folge der Einwirkung des Härtungsmittels aus denselben ausgetreten sind.

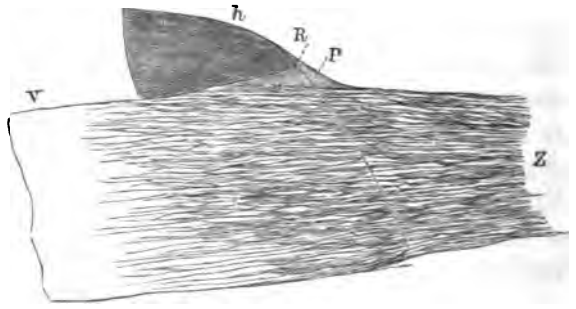
Es möge nun noch hervorgehoben werden, dass die ganze Linsensubstanz, ihrer Genesis zufolge, als eine epitheliale, durch Einstülpung aus dem Ectoderm hervorgegangene Formation zu betrachten ist, und dass somit den Linsenfasern der Charakter von Epithelialzellen zukommt. Ihr Mutterboden bleibt nach der vollständigen Abgrenzung der Linse als Epitheliallage an der vorderen Linsenkapsel, deren Elemente sich in der Gegend des Aequators durch einfaches Längenwachsthum zu Linsenfasern umbilden. Sehr schön ist dies an meridionalen Durchschnitten fötaler Linsen ersichtlich.

Die Zonula ciliaris. Als Befestigungsmittel der Linse dient ein zartes, durchsichtiges Häutchen, welches von den Spitzen der Ciliarfortsätze aus auf die Linsenkapsel herübergespannt ist und mit der letzteren verschmilzt; es ist dies die *Zonula ciliaris* (*Zonula Zinnii*, *Strahlenplättchen*). Sie besteht wesentlich aus einer grossen Zahl feiner, scharf begrenzter, homogener Fasern, welche theils einzeln, theils zu Bündeln vereinigt in meridionaler Richtung verlaufen und durch ein homogenes Bindemittel zu einer Membran vereinigt werden. Diese eigenthümlichen Fasern sind schon in der Gegend der Ora serrata sichtbar und gehen dort aus der Membrana hyaloidea hervor. Sie ziehen, besonders in den Zwischenräumen der Processus ciliares zu starken Bündeln vereinigt, nach vorne, haften dabei der Pars ciliaris retinae sehr innig an und übergehen schliesslich zum Theil in die vordere, zum Theil in die hintere Hälfte der Linsenkapsel, während sich noch andere an der tellerförmigen Grube des Glaskörpers verlieren. An der vorderen Linsen-

kapsel ist das Ende der Zonula als eine ziemlich deutliche, zickzackförmige Linie zu erkennen.

Da die Zonula ciliaris den äussersten Rand der Linse überschreitet, ohne sich an ihn anzusetzen, so entsteht demselben entlang ein kreisförmiger Kanal (*Canalis Petiti*), welcher im Leben als eine schmale Spalte besteht, aber durch Einblasen von Luft, oder durch Einspritzung von gefärbten Flüssigkeiten leicht sichtbar gemacht werden kann. Im Querschnitt gesehen, zeigt er annähernd die Form eines gleichschenkligen Dreieckes, dessen Basis durch den Rand der Linse eingebogen wird und dessen scharfe Spitze dem Ciliarkörper zugewendet ist. Seine vordere Wand wird durch die eigentliche Zonula

Fig. 118.



Abschnitt der vorderen (V) und der hinteren (h) Linsenkapsel mit dem Ansatze der Zonula ciliaris (Z). P Petit'scher Kanal. R Aequatorialrand der Linse. (Das Präparat ist durch einen meridionalen Durchschnitt aus einem menschlichen, in Chromsäure erhärteten Bulbus gewonnen worden.) (Hartnack, Object. V. Ocul. 2.)

ciliaris gebildet; sie grenzt ihn vollständig von der Augenkammer ab. Die hintere Wand lässt sich ebenfalls als eine geschlossene, isolirbare Membran demonstriren, in welche faserige Elemente der Zonula eingehen. Ob sie jedoch als eine Verdichtungsschichte der Glaskörpersubstanz, oder als Fortsetzung der Membrana hyaloidea aufzufassen sei, oder ob sie ein Residuum des während früher Embryonalperioden die Linse umgebenden, gefässhaltigen Bindegewebes ist, kann nur dereinst die Entwicklungsgeschichte völlig aufklären. *Merkel*, welchem sich auch *Henle* angeschlossen hat, stellt die Existenz eines *Petit'schen* Canales während des Lebens gänzlich in Abrede, indem er nachgewiesen zu haben glaubt, dass erst nach dem Tode durch das Schwinden jener Zonulafasern, welche sich seinen Beobachtungen zufolge, an den Linsenrand festheften sollen, eine diesem Canale entsprechende Spalte zu Stande komme.

Die Blutgefässe des Augapfels. Das Blutgefässsystem des Augapfels wird durch Zweige der Art. ophthalmica gespeisst und findet seinen Abfluss durch eine Anzahl kleiner Venenstämmchen, welche schliesslich fast ohne Ausnahme in eine der beiden Venae ophthalmicae übergehen. Man hat dabei zwei, scharf gesonderte Gefässbezirke zu unterscheiden, von denen der eine sich auf den Sehnerven und die Netzhaut beschränkt, der andere die ganze mittlere und die äussere Augenhaut und selbst noch einen Theil der Conjunctiva bulbi umfasst. Der erstere enthält die Ramificationen der *Art. centralis retinae*, der letztere die Ausbreitungen der *Arteriae ciliares posticae* und *anticae*. Beide Gefässbezirke communiciren nur in der nächsten Umgebung des Sehnerveneintrittes, durch Vermittlung der Arteriae ciliares posticae breves.

Ueber die Beziehungen des Stammes der *Arteria centralis retinae* zu dem Sehnerven ist bereits das Nöthige angeführt worden; es erübrigt, zu bemerken, dass dieselbe sich in der Versorgung des Sehnerven mit kleinen arteriellen Gefässchen theilt, welche, besonders in dem hinteren Abschnitte der Orbita, von den benachbarten Muskeln oder dem Fettgewebe her an die Scheide des Sehnerven herantreten und ihre Ausläufer auch in das Innere desselben hineinsenden. Dort erfolgt die weitere Ramification innerhalb des bindegewebigen Gerüstes. Die Art. centralis selbst verläuft in der Axe des Sehnerven bis an die Oberfläche der Sehnervenpapille, wo aus ihr zwei kurze Hauptäste hervorgehen, von denen der eine nach aufwärts, der andere nach abwärts gewendet ist. Noch im Bereiche der Papille zerspaltet sich jeder derselben in zwei Zweige, welche nun, in spitzen Winkeln divergirend, die Netzhaut betreten und sich theils durch dichotomische Astbildung, theils durch Abgabe kleinerer Nebenzweige in den verschiedenen Bezirken der Netzhaut ausbreiten.

Die gröbere Vertheilung der arteriellen Zweigchen erfolgt durchwegs in der Nervenfaserschichte. Von hier aus dringen feinste Ausläufer durch die Ganglienzellenschichte und die moleculäre Schichte bis in die innere Körnerschichte vor, um ein den ganzen Gehirnantheil der Netzhaut durchsetzendes, weitmaschiges Capillarsystem herzustellen. Die einzelnen Capillarröhrchen sind ziemlich lang und dünn, meist in flachen Curven gebogen.

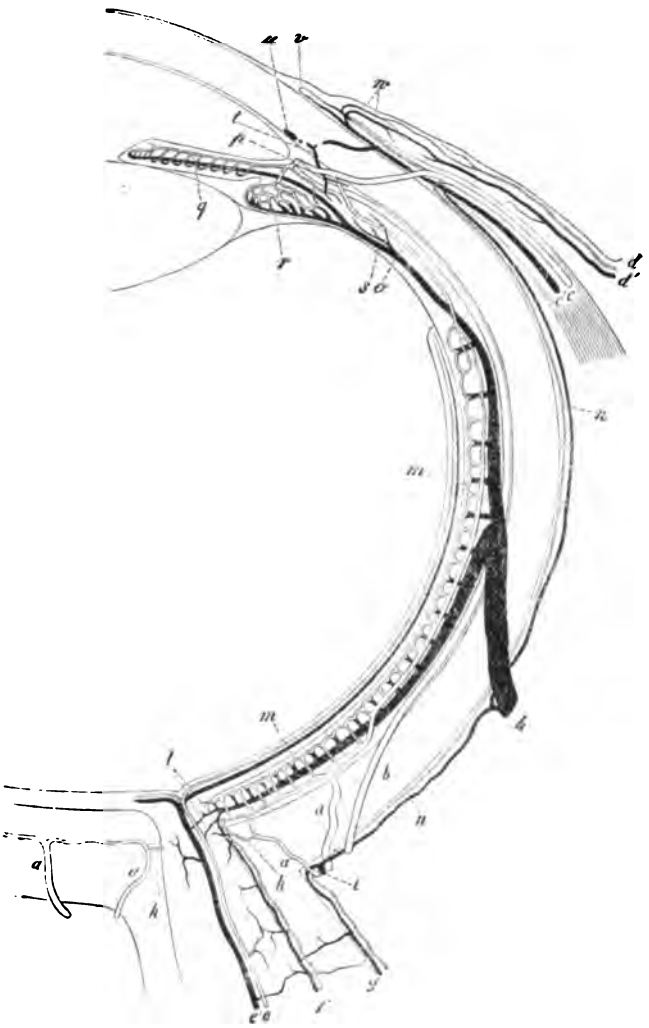
Die dem Neuroepithel angehörenden Schichten der Netzhaut bleiben vollkommen gefässlos; dem entsprechend begrenzt sich auch

das Capillarsystem der Macula lutea in der Umgebung der Fovea centralis, ohne sich in die letztere, welche ja fast nur die epithelialen Schichten enthält, hineinzuerstrecken. Auch an der Ora serrata schliesst sich das Capillarsystem der Netzhaut vollständig ab; es greift an keiner Stelle auf die Pars ciliaris über und besitzt hier keinerlei Verbindung mit den Gefässen der Aderhaut.

Die *Venen*, welche sich aus den Capillaren sammeln, legen sich an die Seite der arteriellen Zweige und laufen diesen allenthalben parallel, so dass ihre Astfolge bis an die Papille heran der der Arterien gleichkommt. An dieser Stelle geht durch den Zusammenfluss der oberen und unteren Venenstämmchen die einfache Vena centralis retinae hervor, welche mit der Arterie in der Axe des Sehnerven verläuft und dort die kleinen, in dem Stroma desselben sich sammelnden Venenwurzeln in sich aufnimmt. Sie verlässt in der Regel etwas vor der Arterie den Nerven und ergiesst sich entweder in eine der beiden Venae ophthalmicae, oder, was der häufigere Fall sein soll, direct in den Sinus cavernosus. Während des embryonalen Lebens verläuft ein nicht unbeträchtlicher Zweig der Arteria centralis retinae, gleichsam als ihre directe Fortsetzung, in gerader Richtung durch den Glaskörper an die hintere Linsenkapsel; es ist dies die bereits früher erwähnte *Arteria hyaloidea*. Aus ihr gehen capillare Gefässchen hervor, welche sich in radiärer Richtung über die hintere Linsenkapsel ausbreiten und, den Linsenrand umgreifend, mit den Gefässen der Pupillarmembran und der Membrana capsulo-pupillaris zusammenhängen. Zur Zeit der Geburt sind diese Gefässe bereits völlig verschwunden.

Die Arteriae ciliares finden ihr hauptsächlichstes Verästigungsgebiet in den verschiedenen Bezirken der mittleren Augenhaut, und zwar breiten sich die *Arteriae ciliares posticae breves* in dem glatten Theile der Chorioidea, die *Arteriae ciliares posticae longae* und die *Art. ciliares anticae* vorwiegend in dem Ciliarkörper und in der Regenbogenhaut aus. Die letztgenannten Arterien schicken ausserdem ihre Zweigchen an den Rand der Hornhaut, an die vordere Region der Sklera und an die Conjunctiva bulbi, während die Arteriae ciliares posticae breves noch den übrigen Theil der Sklera versorgen. Das aus den Ciliararterien hervorgehende Gefässsystem ist dadurch ausgezeichnet, dass es seine Abflusswege nur zum kleinsten Theile durch Venen findet, welche den betreffenden Arterien entsprechen. Der grösste Theil des Blutes wird durch

Fig. 119.



Schematische Darstellung der Gefässanordnung im Augapfel. Horizontaldurchschnitt. Die Venen schwarz, die Arterien hell. Nach Th. Leber.

a Arteriae ciliares posticae breves, b Art. cil. post. longa, c und c' Art. und Ven. cil. ant. d und d' Art. und Ven. conjunctiv. post., e und e' Art. und Ven. central. retinae, f Gefässe der inneren, g der äusseren Sehnervenscheide, h Vena vorticosa, i Ven. cil post. brevis. k Zweig einer Art. cil. post. brev. zum Sehnerven, l Anastomosen der Aderhautgefässe mit denen des Sehnerven, m m Choriocapillaris, n episklerale Gefässchen, o Rücklaufender Ast einer vorderen Ciliararterie, p Querdurchschnitt des Circulus iridis major. q Gefässe der Iris, r Ciliarfortsatz, s Venenwurzeln aus dem Ciliarmuskel in die Vena vorticosa, und t gegen den Schlemm'schen Kanal abführend, u Schlemm'scher Kanal, v Gefässschlinge in den Hornhautrand, w Art. und Ven. conjunctival. ant.

die *Wirtelvenen* (*Venae vorticosae*) abgeleitet, deren Astfolge, Anordnung und Verlauf von den arteriellen Ramificationen völlig unabhängig ist.

Die Arteriae ciliares posticae breves treten an die hintere Seite des Augapfels heran und durchbohren mit etwa 15—20 kleinen Zweigchen in der Umgebung des Sehnerveneintrittes die Sklera. Dabei treten sie vielfach unter einander in Verbindung und erzeugen so einen in der letzteren gelegenen Gefässkranz (*Circulus arteriosus nervi optici, Leber*). Aus diesem gehen feine Zweigchen nach rückwärts an die Sehnervenscheiden und radiär in die Lamina cribrosa, so dass eine Verbindung mit den Ramificationen der Arteria centralis retinae hergestellt wird. Der grössere Theil der aus diesem Gefässkranz austretenden Zweigchen, sowie die directen Fortsetzungen der arteriellen Stämmchen, gehen, nachdem sie spärliche Abzweigungen an das Gewebe der Sklera gegeben haben, in die Aderhaut über. In derselben breiten sie sich mit ihren Verzweigungen bis an die Ora serrata aus und speisen mit ihren Endausläufern jenes der Fläche nach ausgebreitete Capillarsystem, welches als *Stratum choriocapillare* der Aderhaut oben angeführt worden ist. Dasselbe ist durch ausserordentlich kleine, im Augengrunde rundliche, in der Aequatorialgegend mehr in die Länge gestreckte Maschenräume ausgezeichnet; es begrenzt sich an der Ora serrata ganz scharf, steht jedoch an der Sehnervenpapille mit den der Arteria centralis entstammenden Capillaren in ausgiebigem Zusammenhang.

Die zwei Arteriae ciliares posticae longae verlaufen, nachdem sie die Sklera nahe dem Sehnerveneintritte durchbrochen haben, die eine im medialen, die andere im lateralen horizontalen Meridian durch die Lamina fusca nach vorne. In der Gegend des Corpus ciliare spaltet sich eine jede derselben in zwei stumpfwinklig divergirende Aeste, welche sich in ihrem weiteren, annähernd äquatorialen Verlauf einander begegnen und durch gegenseitige Anastomosen einen geschlossenen, an dem vorderen Abschnitte des Ciliarmuskels gelegenen Arterienring (*Circulus iridis major*) herstellen. In denselben senken sich auch zum Theile die Endausläufer der *Arteriae ciliares anticae* ein. Es sind dies kleine Aestchen jener Arterien, welche die geraden Augenmuskeln versorgen; sie treten mit den Sehnen dieser Muskeln an die Sklera heran, geben feine Seitenzweige an diese, an den Hornhautrand und an die Conjunctiva bulbi und durchbrechen dann die Sklera in ihrem vordersten Ab-

schnitte, um sich neben den hinteren langen Ciliararterien in ausgiebiger Weise an der Versorgung der mittleren Augenhaut zu betheiligen. Dies geschieht von Seite der vorderen und der langen hinteren Ciliararterien einerseits durch directe Zweige, andererseits durch solche, welche aus dem Circulus iridis major hervorgehen. Die letzteren sind es, welche in die Processus ciliares und in die Iris eintreten; die ersteren ramificiren sich vorzugsweise in dem Ciliarmuskel und ziehen auch als Rami recurrentes durch den Orbiculus ciliaris nach rückwärts in den glatten Theil der Chorioidea, wo sie mit den hinteren kurzen Ciliararterien anastomosiren und die Choriocapillaris mit speisen helfen.

Die *Zweige für den Ciliarkörper* treten in einer fortlaufenden Reihe aus dem Circulus iridis major hervor und sind theils schwächer, theils stärker, je nachdem sie sich bloss in einem oder in mehreren Ciliarfortsätzen ramificiren. Sie dringen, die Lamellen des Tensor chorioideae durchsetzend, in das vordere Ende der Ciliarfortsätze ein und zerfallen daselbst sofort in eine Anzahl langgestreckter, durch kurze Queranastomosen verbundener Capillaren, aus welchen die Wurzeln der Venen hervorgehen.

Die *Zweige für die Iris* entspringen theils selbständig, theils gemeinschaftlich mit denen des Ciliarkörpers, aus dem Circulus iridis major und betreten, nachdem sie den Ciliarmuskel durchbrochen haben, die Iris, um in der mittleren, lockeren Lamelle derselben in radiärer Anordnung und unter Abgabe zahlreicher Seitenzweige bis nahe an den Pupillarrand zu verlaufen. Dort zerfallen sie in Capillaren, welche schlingenförmig in feinste, venöse Gefässchen umbeugen. Die weitmaschigen, capillaren Netze, welche aus den seitlichen Ramificationen der Iris-Arterien hervorgehen, liegen, wie bereits erwähnt, zumeist in der vorderen und hinteren Lamelle der Iris, namentlich in der letzteren breiten sie sich zwischen den Bündeln der Muskulatur ziemlich reichlich aus. Unter der Bezeichnung *Circulus iridis minor* versteht man einen gewöhnlich nicht vollständig geschlossenen Anastomosenkranz, welcher unweit dem Pupillarrande durch quere Verbindungsäste zwischen den radiären Arterienzweigchen gebildet wird.

Jene Zweige der Arteriae ciliares anticae, welche nicht in das Innere des Auges gelangen, ramificiren sich dendritisch in dem episkleralen Bindegewebe und vertheilen sich theils in der Sklera, theils in der Bindehaut des Augapfels, während ihre feinsten, vordersten Ausläufer durch quere Verbindungen einen Anastomosenkranz

erzeugen, welcher die Hornhaut ringförmig umgibt. Aus diesem erheben sich zahlreiche vorcapillare Röhrchen, um in die oberflächlichen Schichten der äussersten Randzone der Hornhaut einzudringen, wo sie sich noch ein- oder zweimal zertheilen und dann schlingenförmig in die Wurzeln der Venen übergehen.

Venen. Die Hauptabzugswege des Blutes aus dem Ramificationsgebiete der Ciliararterien sind in den *Wirtelvenen* (*Venae vorticosae*) zu suchen. Es sind dies vier bis sechs grössere und einzelne unbeständige, kleinere Venenstämmchen, welche im Umkreise des Aequators des Augapfels die Sklera durchbrechen, um entweder direct, oder durch Vermittlung von Muskelvenen in eine der Venae ophthalmicae einzumünden. Sie entstehen in der Chorioidea, indem die aus verschiedenen Bezirken derselben hervorgehenden Venenwurzeln im Aequator des Bulbus gegen eine Anzahl von Centren zusammenfliessen und in diesen durch ihre Vereinigung ganz ansehnliche, venöse Stämmchen herstellen. Man kann dabei unterscheiden:

Hintere Wurzeln der Wirtelvenen; sie sammeln das Blut aus den hinteren Bezirken der Choriocapillaris und reichen bis an die Stelle des Sehnerveneintrittes zurück, wo sie vielfach unter einander anastomosiren.

Seitliche Wurzeln der Wirtelvenen; sie sind sparsam und klein und gehen aus der mittleren Zone der Choriocapillaris hervor, meist ohne unter einander oder mit denen der benachbarten Wirtelvene Anastomosen einzugehen.

Vordere Wurzeln der Wirtelvenen; sie sind die stärksten und zahlreichsten und reichen mit ihren Ursprüngen bis an den Pupillarrand der Iris. Dort gehen sie aus den schlingenförmigen Umbeugungen der Endausläufer der radiären Irisarterien hervor, nehmen dann kleine Nebenästchen aus den Capillaren der vorderen und hinteren Irislamelle auf und ziehen, während sie allmälig zu grösseren Stämmchen zusammenfliessen, in radiärer Richtung gegen den Ciliarrand, um sich weiterhin mit den Venen der Ciliarfortsätze zu vereinigen. Diese letzteren setzen sich derart zusammen, dass ein stärkeres venöses Gefässchen an dem inneren Rande eines jeden Processus ciliaris von vorne nach rückwärts zieht und während dem in kurzen Intervallen und in etwas schiefer Richtung eine grössere Anzahl von Venenwurzeln in sich aufnimmt. Nachdem sich noch eine Anzahl von kleinen Stämmchen aus dem Ciliarmuskel mit ihnen

vereinigt hat, ziehen alle diese venösen Gefässchen, unter wiederholten Anastomosen, in meridionaler Richtung durch den Orbiculus ciliaris nach rückwärts, nehmen noch aus der vordersten Zone der Choriocapillaris Aeste auf und fliessen allmälig unter spitzen Winkeln zusammen.

Alle diese genannten Wurzeln der Wirtelvenen liegen, soweit sie in dem glatten Antheil der Aderhaut verlaufen, mit den Ramificationen der Arterien in einer Schichte und stellen, von dem pigmenthaltigen Stroma umhüllt, die äussere Gefässschichte der Aderhaut her.

Neben den Venae vorticosae treten die übrigen Venen des Ciliargefässbereiches an Bedeutung weit zurück. Es sind dies ganz kleine Venen, welche die Arteriae ciliares anticae und die Arteriae ciliares posticae breves begleiten und vorzüglich das Blut aus der Sklera und dem episkleralen Bindegewebe, die ersteren auch aus dem Hornhautrand und zum Theile aus dem Ciliarmuskel ableiten. Die aus dem Ciliarmuskel hervortretenden Wurzeln der Venae ciliares anticae treten dabei in Beziehung zu dem bereits einmal erwähnten *Schlemm'schen Kanal.* Es ist dies ein spaltartiger, in dem vordersten Abschnitt der Sklera gelegener, von einer endothelialen Zellenlage ausgekleideter Raum, welcher den Rand der Hornhaut kreisförmig umgreift. Er wird nicht vollständig von dem Gewebe der Sklera umschlossen, sondern ist an seiner hinteren — inneren — Wand nur von dem verdichteten Netzwerk des Ligamentum pectinatum bedeckt, so dass nach Entfernung des letzteren und der endothelialen Auskleidung eine mehr oder weniger tiefe Furche an dem vorderen Saum der Sklera übrig bleibt (Skleralrinne). Dabei ist jedoch zu betonen, dass die endotheliale Auskleidung des Kanales eine vollkommen geschlossene ist, und so im Leben eine directe Communication desselben mit der vorderen Augenkammer nicht besteht.

Schwalbe, welchem wir die genauere Kenntniss der Beziehungen des *Schlemm'schen* Kanales zu den umgebenden Geweben vorzüglich verdanken, ist indessen zu der Ansicht gelangt, dass er nicht zum venösen System gehöre, sondern als ein Lymphraum betrachtet werden müsse, welcher mit der vorderen Augenkammer in Communication stehe.

Diese Anschauung, welcher unter Anderen auch *Waldeyer* zustimmt, wird hauptsächlich damit begründet, dass färbende Flüssigkeiten, welche in die vordere Augenkammer injicirt werden, constant auch in den *Schlemm'schen* Kanal gelangen. Abgesehen aber davon,

dass diese Thatsache leicht durch Zerreissung des zarten, endothelialen Ueberzuges, in Folge selbst des schwächsten Injectionsdruckes erklärlich ist, spricht eine ganze Reihe anderer, sichergestellter Momente ganz entschieden gegen die Auffassung *Schwalbe's:* Vor Allem der von Niemand bezweifelte, directe Zusammenhang des *Schlemm'schen* Kanales mit den vorderen Ciliarvenen, dann das von verschiedenen Autoren beobachtete, wenn auch verhältnissmässig seltene Vorkommen von Blut in seiner Lichtung an dem herausgenommenen, nicht injicirten Auge, und endlich der Umstand, dass der *Schlemm'sche* Kanal entweder ganz (wie bei manchen Thieren) oder streckenweise (wie gewöhnlich beim Menschen) durch ein dichtes, mit den Ciliarvenen zusammenhängendes Venengeflecht ersetzt sein kann.

Gestützt auf diese Umstände und auf die Ergebnisse künstlicher Injectionen muss ich mich mit *Leber* ohne Rückhalt gegen die Anschauung *Schwalbe's* erklären. Ich füge hinzu, dass es mir bei einem vierjährigen Kinde und bei einem erwachsenen Mädchen gelungen ist, den *Schlemm'schen* Kanal durch Injection von Berlinerblau zu erfüllen und zwar bei dem ersteren von der Carotis, bei letzterem von der Vena ophthalmica aus. An jungen Hunden gelingt die Injection des entsprechenden Geflechtes ohne alle Schwierigkeit.

Es muss somit der *Schlemm'sche* Kanal als ein Anastomosenkranz betrachtet werden, welcher die aus dem Inneren des Auges d. h. aus dem Ciliarmuskel hervortretenden Wurzeln der vorderen Ciliarvenen unter einander verbindet und durch zahlreiche, gegen das episklerale Gewebe vordringende Stämmchen seinen Abfluss besitzt. Die letzteren, sowie die im episkleralen Gewebe gelegenen Ausbreitungen der vorderen Ciliarvenen, sind durch reichliche Netzbildungen ausgezeichnet.

Lymphbahnen des Augapfels. Man kennt bis jetzt keine Methode, nach welcher sich in den Gebilden des Augapfels wahre Lymphgefässe darstellen liessen. Es muss daher künftigen Untersuchungen vorbehalten bleiben, zu entscheiden, ob solche in ihm überhaupt vorhanden sind oder nicht.

Indessen ist seit einer Reihe umfassender Untersuchungen *Schwalbe's* bekannt geworden, dass sich gewisse Interstitien zwischen den häutigen Bestandtheilen des Augapfels und des Sehnerven mit Injectionsmasse erfüllen lassen, und dass es so möglich wird, ein System von zusammenhängenden Räumen zu demonstriren, welche

in letzter Linie mit dem Subdural- und mit dem Subarachnoidealraum der Schädelhöhle communiciren. Es sind dies folgende: der *Perichorioidealraum*, d. i. der Raum zwischen Sklera und Chorioidea und der *Tenon'sche Raum*, d. i. der Raum, welcher durch die *Tenon'sche* Kapsel eingeschlossen ist; die Communication zwischen beiden wird dadurch hergestellt, dass Injectionsmasse aus dem ersteren in den letzteren an den Durchbruchsstellen der Venae vorticosae passiren kann. Der *Tenon'sche* Raum setzt sich seinerseits nach rückwärts auf den Sehnerven fort (*supravaginaler Raum*), welchen er bis an das Foramen opticum umgibt; an letzterer Stelle findet die Injectionsmasse ihren Weg in die Schädelhöhle, und zwar in den Subduralraum. Ausserdem lassen sich durch directen Einstich, oder von dem Subarachnoidealraum des Schädels her, die Räume zwischen den Sehnervenscheiden erfüllen (dieselben werden auch als *intervaginale* oder *epivaginale* Räume bezeichnet). Von da aus kann man weiter die Injectionsmasse in den Perichorioidealraum (aber nicht umgekehrt) übergehen sehen. Ferner dringen gefärbte Flüssigkeiten, welche in die vordere Augenkammer injicirt werden, in den *Schlemm'schen* und in den *Petit'schen Kanal* und endlich erfüllen sich von den früher genannten Räumen aus, bei hinreichend starkem Drucke, auch die Saftlücken der Sklera, der fibrösen Sehnervenscheide u. s. w.

Alle diese Räume sind nun als Lymphräume erklärt worden, um so mehr, als sich an den meisten von ihnen eine endotheliale Auskleidung nachweisen lässt. Es kann auch nicht geläugnet werden, dass sie während des Lebens wohl ohne Ausnahme, wenn auch zum Theile nur in ganz minimaler Menge, sogen. *seröse* (*lymphserumartige*) Flüssigkeit, mitunter auch lymphoide Zellen enthalten mögen. Doch ist nicht nachgewiesen worden, dass dies wirklich Lymphe im gewöhnlichen Sinne des Wortes ist, und ebenso wenig lässt sich constatiren, ja es ist in höchstem Grade unwahrscheinlich, dass eine irgendwie regelmässige Strömung dieser Flüssigkeit innerhalb und zwischen diesen Räumen stattfindet, um so weniger, da dieselben mit wahren Lymphgefässen an keiner Stelle in directer Communication stehen. Wohl aber steht es ausser allem Zweifel, dass der Perichorioidealraum, der *Tenon'sche* und der supravaginale Raum die Beweglichkeit des Augapfels und des Sehnerven, beziehungsweise der Chorioidea gegen die Sklera ermöglichen; und so müssen sie wohl in erster Reihe als Gelenksräume aufgefasst werden. Eine ähnliche Bedeutung dürften auch

die intervaginalen Räume des Sehnerven für sich in Anspruch nehmen. Die Augenkammer und der *Petit'sche* Kanal sind Räumlichkeiten besonderer Art, deren Vorhandensein in dem ganzen Bau des Augapfels selbst begründet ist, und welche allenfalls den serösen Räumen an die Seite gestellt werden könnten. Sie haben nirgends einen directen Abfluss gegen das Lymphgefässsystem, auch nicht wenn man den *Schlemm'schen* Kanal zu diesem rechnen wollte. Nimmt man selbst an, dass bezüglich aller dieser Räume eine solche Communication durch Vermittlung der Saftlücken und der zwischen den Gehirnhäuten befindlichen Räume zu Stande komme, so dürfte es dennoch kaum zweckmässig sein, dieselben kurzweg als Lymphräume hinzustellen. Es wird dadurch keineswegs ihre nächstliegende Bedeutung bezeichnet; ebensowenig, als das Wesen des Peritoneal- oder Pleuralraumes richtig gekennzeichnet wäre, wenn man sie einfach unter die Lymphräume stellen würde.

Die Nerven des Augapfels. Nebst dem spezifischen Sinnesnerven findet noch eine Anzahl sowohl sensibler, als auch motorischer Nerven ihre Ausbreitung in den Gebilden des Augapfels. Sie stammen zum grössten Theile aus dem Ganglion ciliare (*Nervi ciliares breves*), zum Theile aber auch aus dem Nervus naso-ciliaris (*Nn. ciliares longi*). Ihre nächsten Ramificationsverhältnisse im Inneren des menschlichen Auges sind schon vor langer Zeit durch *Bochdalek* festgestellt worden. Die meisten von ihnen durchbohren in der Umgebung des Sehnerveneintrittes die Sklera, geben dabei an diese zarte Fädchen ab und verlaufen an deren inneren Fläche, zum Theile in seichten Rinnen, nach vorne, während sie durch wiederholte feine Queranastomosen sich netzartig verbinden. Dabei senden sie der Chorioidea, namentlich den in ihr verlaufenden Arterien und Muskelfaserbündeln dünne Zweigchen zu. Schon hier sind den Nervenfaserbündeln einzelne, oder zu kleinen Gruppen geordnete Ganglienzellen beigemengt. Bei weitem reichlicher aber treten diese letzteren auf, wenn die Ramificationen der Ciliarnerven bis in das Gebiet des Corpus ciliare vorgedrungen sind. Es entwickelt sich daselbst aus diesen ein dichter, mit zahlreichen Ganglienzellengruppen durchsetzter Plexus markhaltiger und markloser Fasern (*Orbiculus gangliosus*), welcher der äusseren Oberfläche des Ciliarmuskels aufliegt und allenthalben feine Faserbündel zu diesem, zur Iris und zur Hornhaut entsendet.

Die *Nerven des Ciliarmuskels* bilden zwischen den einzelnen Schich-

ten desselben stark entwickelte, interlaminare Netze, welche ebenfalls eine beträchtliche Anzahl von rundlichen Ganglienzellen in sich schliessen.

Die *Nerven der Regenbogenhaut* sind noch sehr unvollkommen bekannt; ihre Stämmchen durchsetzen, wie die Blutgefässe, die mittlere, lockere Lamelle, schicken sich gegenseitig reichliche Anastomosen zu und breiten sich schliesslich netzartig in dem Sphincter pupillae aus. Ausserdem sind sensible Nervenfasern beschrieben worden, welche sich in der vorderen Irislamelle ausbreiten sollen, sowie auch ein sehr blasses, zartes Netzwerk in der hinteren Lamelle, welches dem sympathischen System zugerechnet wird, und für den Dilatator pupillae bestimmt sein soll (*Iwanoff*).

Die Nerven der Hornhaut sind seit *Schlemm* bei Thieren, seit *Bochdalek* beim Menschen gekannt und in ihrem feineren Verhalten durch *Kölliker*, *Hoyer*, *Cohnheim* u. A. näher erforscht worden. Sie gehen aus der vordersten Zone des Orbiculus gangliosus hervor, übertreten in die Sklera und tauschen daselbst, im Umkreise der Hornhaut, gegenseitig Fasern aus. Einzelne Stämmchen gehen nun constant zunächst in die Bindehaut ein, um erst von dieser aus feine, marklose Fasern an die oberflächlichen Schichten des peripheren Hornhautgebietes abzugeben. Die überwiegende Mehrzahl der Nervenstämmchen dringt aber direct aus der Sklera in die tieferen Schichten der Hornhaut ein.

Diese bestehen zumeist aus markhaltigen Fasern, welche jedoch bald, nachdem sie die Hornhaut betreten haben, ihre Markscheide verlieren und weiterhin nur mehr als nackte Axencylinder, zu gröberen Bündeln vereint, verlaufen. Die letzteren zerspalten sich jedoch in rascher Folge (Fig. 120) und stellen durch gegenseitige Anastomosen ein über die ganze Hornhaut verbreitetes, weitmaschiges Netzwerk her. Dieses nimmt im Allgemeinen die tieferen Schichten der Hornhaut ein. Aus ihm zweigen sich in kurzen Abständen zahlreiche, feine Faserbündel ab, dringen in die oberflächlichen Schichten der Hornhaut vor und bilden durch vielfache Theilungen und Anastomosen ein zartes, dicht unter der vorderen Basalmembran gelegenes Geflecht (*subbasaler Plexus*). In demselben zerfallen die Axencylinder zu feinsten Fibrillen, welche dann entweder einzeln, oder zu dünnen Bündeln vereint, die Basalmembran durchbrechen und sich zwischen den Zellen der tiefsten Epithellage abermals zu einem feinmaschigen Geflecht (*subepithelialer Plexus*) vereinigen.

Von hier aus erheben sich zahlreiche, feinste Nervenfibrillen,

um sich zwischen den Zellen des Hornhautepithels auszubreiten und mit einem terminalen — *intraepithelialen* — Plexus abzuschliessen. Ob dabei auch freie Enden von Fibrillen (mit Endknöpfchen) vorkommen, ist nicht sicher ermittelt. Als festgestellt aber kann betrachtet werden, dass sie niemals in die Substanz der Epithelzellen selbst eindringen.

Fig. 120.

Nerven der Hornhaut von der Fläche her gesehen. — Abschnitt einer mit Chlorgold präparirten Hornhaut des Frosches.
(Hartnack Object. V. Ocul. 2.)

Es ist nun noch nachzuholen, dass die Lagerungsstätten der stärkeren Nervenfaserbündel in der Hornhaut eigene, mit Endothel (*Ranvier*, *Thanhoffer*) ausgekleidete Kanäle sind, welche mit den Saftlücken des Hornhautgewebes communiciren. Sie sind deshalb auch als lymphatische Räume aufgefasst worden. Die feineren Hornhautnerven verlaufen nach *Waldeyer* zum Theil in den Saftkanälchen, zum Theile aber in selbständigen Kanälchen.

2) Accessorische Bestandtheile des Sehapparates.

Die Bindehaut (Conjunctiva). Sie ist im Allgemeinen nach Art der Schleimhäute, jedoch an ihren verschiedenen Abschnitten nicht ganz gleichmässig gebaut.

An der *Conjunctiva palpebralis* ist die Tunica propria aus fein fibrillirtem Bindegewebe zusammengesetzt, welches stets reich mit lymphoiden Zellen durchsetzt ist, manchmal sogar stellenweise völlig den Charakter des adenoiden Gewebes annimmt. In dem Bereiche des Tarsus ist die Oberfläche der Tunica propria ziemlich glatt, manchmal mit spärlichen und niedrigen Papillen versehen. Jenseits des Tarsus (in dem *Orbitaltheile des Lides — Henle*) zeigen sich an ihr zahlreiche, seichtere und tiefere, durch schmale Leisten getrennte Furchen, welche übrigens bei verschiedenen Individuen in sehr wechselndem Maasse entwickelt sind. Eine submucöse Schichte fehlt in dem Tarsaltheile gänzlich, da hier die Tunica propria unmittelbar an das Gewebe des Tarsalknorpels angrenzt. In dem Orbitaltheile ist sie durch ihr lockeres Gefüge ausgezeichnet.

Das Epithel erweist sich nicht an allen menschlichen Objekten von gleicher Beschaffenheit. Wie weit dabei etwa vorausgegangene Erkrankungen von Einfluss sind, muss dahingestellt bleiben, jedenfalls aber kann nur darin die Ursache gesucht werden für die grossen Differenzen in der Beschreibung dieses Epithels von Seite verschiedener Autoren. In der Mehrzahl der Fälle findet man es an der ganzen Lidbindehaut aus blassen, cylindrischen Zellen zusammengesetzt, und am Grunde derselben, zwischen ihren zugespitzten Enden, kleine, rundliche Zellen in beträchtlicher Zahl eingelagert. In den verschiedenen Vertiefungen der Schleimhaut erscheinen die Cylinderzellen sehr langgestreckt, zwischen sie auch noch spindelförmige Zellen eingeschoben, so dass annähernd das Bild des geschichteten Cylinderepithels entsteht. Diese Form des Epithels, welcher die Darstellung *Waldeyer's* entspricht, ist, wie dieser Forscher hervorhebt, gewöhnlich noch durch reichliche Becherzellen ausgezeichnet. Nun gibt es aber Fälle, und sie scheinen nicht selten zu sein, in denen das Epithel der *tarsalen* Bindehaut ganz entschieden den Charakter des geschichteten Pflasterepithels besitzt. Man sieht da, der Schleimhaut unmittelbar aufsitzend, eine Lage cylinderähnlicher Zellen, auf diese folgen zwei oder drei Lagen rundlicher Zellen und diese werden

durch mehrere Schichten abgeplatteter, mitunter selbst schüppchenartiger, aber stets kernführender Zellen bedeckt. Diese Fälle sind es auch, in welchen die wirkliche Existenz der viel bestrittenen, schlauchförmigen Drüsen der Conjunctiva (*Henle'sche Drüsen*) festgestellt werden kann. Es sind dies kurze, einfache, seltener am Grunde gespaltene Schläuche, deren Auskleidung durch lange, cylindrische Secretionszellen hergestellt ist. Ihre Zahl ist sehr verschieden; man findet sie mitunter ganz vereinzelt, ein anderesmal aber in erheblicher Menge und ziemlich nahe an einandergerückt. Eine andere Art von Drüsen (*die Krause'schen Drüsen*), welche mitunter der Conjunctiva zugezählt werden, sollen bei den Lidern Erwähnung finden.

Im *Uebergangstheil der Conjunctiva* ist die Tunica propria ziemlich dünn, von glatter Oberfläche. Unter ihren Bauelementen wiegen die Bindegewebsbündel gegenüber den lymphoiden Zellen mehr vor; auch treten zwischen denselben feine, elastische Fasernetze auf. In einzelnen Fällen kommen jedoch circumscripte, follikelähnliche Heerde von adenoidem Gewebe in ihr zur Beobachtung. Das submucöse Bindegewebe ist reichlich entwickelt, sehr locker gewebt und mit zahlreichen, gröberen und feineren elastischen Fasernetzen durchsetzt. Das Epithel ist hier stets ein geschichtetes Cylinderepithel, die Zellen der oberflächlichsten Lage sehr häufig becherförmig ausgeweitet. Eigene Drüsen der Conjunctiva kommen in dem Uebergangstheile nicht vor.

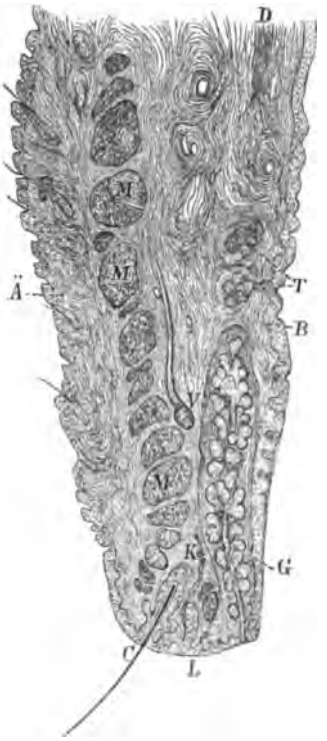
Die Conjunctiva bulbi ist ähnlich wie der Uebergangstheil gebaut, jedoch gewinnt das Epithel in einiger Entfernung von dem Hornhautrande wieder den Charakter des geschichteten Pflasterepithels und übergeht dann continuirlich in das Epithel der Hornhaut. In der Nähe des Limbus conjunctivalis finden sich bei Thieren, in seltenen Fällen auch beim Menschen, kleine, grubige Vertiefungen der Schleimhaut, welche mitunter bauchig ausgeweitet sind und so einen etwas verengten Zugang erhalten. Sie sind unter dem Namen der *Manz'schen Drüsen* bekannt, dürften jedoch kaum als eigentliche Drüsen anzusehen sein, da ihre Auskleidung einfach durch das Epithel der Conjunctiva hergestellt wird.

Gefässe und Nerven werden gemeinschaftlich mit denen der Lider abgehandelt werden.

Die Lider. Als das formgebende Gerüste der Lider erscheint eine aus derbfaserigem Bindegewebe gebildete Platte, der *Tarsus*

(fälschlich *Lidknorpel* genannt). Er hängt mit der den Ausgang der Augenhöhle abschliessenden Fascie (Septum orbitale), und im oberen Lide auch mit den Ausstrahlungen der Sehne des Musculus levator palpebrae superioris continuirlich zusammen, so dass im Orbitaltheile des Lides diese Bindegewebsmassen an die Stelle des Tarsus treten. Nach vorne ist diesen Gebilden der Palpebraltheil des Musculus orbicularis oculi aufgelagert und an diesen schliesst sich die äussere Haut an. Nach rückwärts ist an den Tarsus unmittelbar die Conjunctiva angefügt, während zwischen der Sehne des M. levator palpebrae (beziehentlich dem Septum orbitale) und der Conjunctiva noch ein aus glatten Fasern zusammengesetzter Muskel, *der Müller'sche Lidmuskel*, eingeschoben ist. Der Uebergang der äusseren Haut in die Conjunctiva bereitet sich an der Lidrandfläche vor, erfolgt aber erst vollständig an der hinteren Kante derselben. Besonders bemerkenswerth ist die Einlagerung zahlreicher, verschiedenartiger Drüsen im Bereiche der Lider. Es sind dies: die *Meibom'schen Drüsen*, dann *gewöhnliche Talgdrüsen* im Anhang an die Cilienhaare, ferner *Schweissdrüsen*, und zwar neben der gewöhnlichen Form noch die sogen. *Moll'schen Knäueldrüsen* und endlich die *accessorischen Thränendrüsen*.

Fig. 121.



Sagittaler Durchschnitt durch das obere Augenlid des Menschen, nach Härtung in Chromsäure und Alkohol. A Aeussere Haut, M. Palpebraltheil des Musc. orbicularis oculi. C Cilien, L Lidrandfläche, K Knäueldrüse, G Meibom'sche Drüse, von dem Tarsus umschlossen. B Bindehaut, T accessorische Thränendrüsen, D Müller'scher Lidmuskel, V Querschnitt der Arteria palpebralis. (Hartn. Object. II. Ocul. 2.)

Mit Bezug auf die einzelnen Bestandtheile der Lider ist folgendes hervorzuheben:

Der *Tarsus* ist eine aus fibrillärem Bindegewebe äusserst fest und dicht gewebte Platte, welche einerseits mit der Bindehaut innig verschmolzen ist, andererseits aber auch an ihrer vorderen Fläche und an den Rändern ihre Elemente mit denen des umliegenden Bindegewebes austauscht. Die ehemals verbreitete Annahme, dass in ihr Knorpelzellen vorkommen, ist nicht richtig,

wohl aber enthält sie in nicht geringer Zahl gewöhnliche, platte Bindesubstanzzellen. In ihrer Substanz sind zahlreiche, den *Meibom'schen* Drüsen und den Blutgefässen derselben entsprechende Lücken enthalten.

Das übrige *Bindegewebsstroma* der Lider ist aus leimgebenden Fibrillenbündeln und elastischen Fasernetzen ziemlich locker geformt und im Ganzen zu mehrfachen, der Fläche des Lides nach ausgebreiteten Lamellen geordnet. Auffallend ist, dass gewöhnlich eine grössere Anzahl der Bindesubstanzzellen gelbes oder bräunliches, körniges Pigment enthält.

Ueber den im Bereiche der Lider gelegenen Theil des *Musculus orbicularis oculi* ist zu bemerken, dass er ausschliesslich aus quergestreiften Fasern besteht, und dass seine ganz locker an einander gefügten Bündel sämmtlich vom inneren gegen den äusseren Lidwinkel verlaufen. Ein aus einzelnen, dünnen Bündeln bestehender, dem Lidrand zunächst gelegener Theil dieses Muskels schiebt sich stets hinter die Bälge der Cilienhaare ein, so dass er zwischen diesen und den Ausführungsgängen der *Meibom'schen* Drüsen verläuft; es ist dies der *Lidrandmuskel* (*Musculus ciliaris Riolani*). In manchen Fällen findet man auch an der hinteren Seite dieser Ausführungsgänge eine kleine Gruppe von Muskelfasern.

Der Müller'sche Lidmuskel gehört dem orbitalen Theile der Lider an; er liegt flach der Conjunctiva auf, seine platten Faserbündel laufen sowohl im oberen, als im unteren Lid senkrecht zum Lidrande, stehen aber nicht selten durch schiefe, anastomotische Bündel unter einander in Zusammenhang. Sie sollen sich mittelst elastischer Sehnen an den Tarsus anheften.

Die äussere Haut ist im Bereiche der Lider sehr dünn, mit feinen Wollhaaren und kleinen Schweissdrüsen gewöhnlicher Form besetzt; das Stratum subcutaneum ist locker gewebt, reichlich mit feinen, elastischen Fasernetzen ausgestattet. Es bleibt stets frei von Fettgewebe, jedoch kommen bei wohlgenährten Individuen in erheblicher Zahl zerstreute Fettzellen vor. Die an der vorderen Kante des Lidrandes austretenden *Wimperhaare* (*Cilien*) zeichnen sich durch verhältnissmässig lange Wurzeln, beziehungsweise tiefsitzende Haarbälge, aus, welche letzteren schräg zu der Vorderfläche des Lides eingepflanzt sind. Sie sind wahrscheinlich einem rascheren Wechsel unterworfen, als die meisten übrigen Haare (ihre Lebensdauer soll sich auf annähernd 100 Tage belaufen); wenigstens findet man bei ihnen auffallend häufig junge Ersatzhaare in verschiedenen Stadien der Ausbildung und nicht selten auch leere Haarbälge.

Die Ueberkleidung der *Lidrandfläche* trägt im Allgemeinen den Charakter der äusseren Haut, doch ist sie gegenüber der Haut der vorderen Lidfläche durch ein sehr straffes Gefüge ausgezeichnet und besitzt überdies stark entwickelte, kegelförmige Papillen. Die tieferen Lagen der Epidermis sind an ihr gewöhnlich reich mit gelbem, körnigem Pigment versehen.

Der Bau der *Conjunctiva palpebralis* ist bereits oben beschrieben worden.

Die *Meibom'schen Drüsen* (*Tarsaldrüsen*) sind nach ihrem feineren Bau und nach der Beschaffenheit ihres Secretes als Talgdrüsen zu betrachten. Abweichend von diesen ist nur ihre äussere Gestalt und der Umstand, dass sie in keinerlei Beziehung zu Haarbälgen stehen. Eine jede *Meibom'sche* Drüse besteht aus einer grossen Zahl einfacher, oder zwei- bis dreifach gespaltener Drüsenblasen, welche einen gemeinschaftlichen, langen Ausführungsgang von allen Seiten umstellen und durch kurze, schiefgestellte Kanälchen sich in denselben öffnen. Alle *Meibom'schen* Drüsen sind in Lücken des Tarsus eingegraben und dicht von dem Gewebe desselben umschlossen. Ein jedes Lid enthält deren etwa 30—40. Sie stehen in einfacher Reihe neben einander, die Gänge senkrecht zu dem Lidrande gerichtet. Da sie durchwegs fast die ganze Höhe des Tarsus einnehmen, so sind die mittleren die längsten, die näher den Lidwinkeln befindlichen bedeutend kürzer. Ihre Mündungen sind als feine Poren an der inneren Kante des Lidrandes leicht mit freiem Auge zu erkennen. Der Bau der Drüsenblasen ist, wie erwähnt, ganz übereinstimmend mit dem der gewöhnlichen Talgdrüsen.

Die *Moll'schen Drüsen* sind eigenthümlich modificirte Schweissdrüsen, welche nahe dem Lidrande, hinter den Wimperhaaren eingebettet sind und mit ihrem leicht geschlängelten Ausführungsgange gewöhnlich in den Balg eines Wimperhaares münden. Sie sind ziemlich zahlreich, liegen in der Mehrzahl der Fälle vor dem Lidrandmuskel, nahe dem Grunde der Cilienhaarbälge, werden aber mitunter auch von allen Seiten von den Bündeln dieses Muskels umgriffen. Anstatt des typischen Knäuels der Schweissdrüsen findet man die gewöhnlich stark erweiterten, tieferen Parthien des Drüsenschlauches einige Male in spiraligen Touren gedreht. Der feinere Bau, namentlich was die Drüsenzellen und die glatte Muskellage anlangt, ist derselbe wie bei den gewöhnlichen Schweissdrüsen (*Sattler.*)

Die accessorischen Thränendrüsen (*Krause'schen Drüsen*) sind kleine, traubenförmige Drüschen, der äusseren Form nach, gewöhnlichen Schleimdrüschen ähnlich; sie sind jenseits des convexen Randes des Tarsus in dem Bindegewebsstroma des Lides eingelagert. Zufolge der Beschaffenheit ihrer Secretionszellen müssen sie den sogen. serösen Drüsen zugezählt werden; dieselben sind nemlich von cubischer oder kurz cylindrischer Form, von zahlreichen Körnchen durchsetzt und mit einem scharf umgrenzten, kugligen Kern versehen. Die kurzen Ausführungsgänge tragen eine Auskleidung von schlanken Cylinderzellen und ziehen meist in gerader Richtung durch die Bindehaut, an deren Oberfläche sie ausmünden. Die accessorischen Thränendrüsen sind im oberen Lid bedeutend reichlicher, als im unteren vertreten, und ebenso wieder zahlreicher im lateralen, als wie in dem medialen Antheil desselben.

Blutgefässe. Die Lider und die Bindehaut repräsentiren ein gemeinschaftliches Gefässgebiet, welches durch die Arteriae palpebrales (Zweige der Art. lacrymalis und der Art. nasofrontalis) gespeist wird. Die in ein jedes Lid von der lateralen und medialen Seite eintretenden Arteriae palpebrales verlaufen parallel dem Lidrande und bilden, indem sie sich unter einander vereinigen, den *Arcus tarseus.* Von diesem aus gehen nach allen Richtungen feine Zweigchen ab, versorgen die Haut, die Muskeln und Drüsen in bekannter Weise (namentlich werden auch die Formationen der *Meibom'schen* Drüsen von einem capillaren Netzwerk umsponnen) und breiten sich in reichlicher Menge auch in der Conjunctiva aus. In derselben lösen sie sich in ein dichtes, unmittelbar unter dem Epithel befindliches Capillarnetz auf, welches im palpebralen Antheil am reichlichsten entwickelt ist. In der Conjunctiva bulbi ist das capillare Netzwerk ziemlich weitmaschig, um so reichlicher sind aber die in dem submucösen (episkleralen) Bindegewebe gelegenen, durch zahlreiche Anastomosen netzartig verbundenen, kleinen Arterien und Venen. Es ist als ein besonders wichtiger Umstand zu betonen, dass die aus dem Arcus tarseus hervorgegangenen Bindehautgefässe in dem Umkreise der Hornhaut vielfach mit den Ausläufern der Arteriae und Venae ciliares anticae in anastomotische Verbindung treten, und dass sich die letzteren an der genannten Stelle durch constante Zweigchen an der Versorgung der Bindehaut mit betheiligen (*Art. conjunct. anteriores*). Es wird so einerseits der intraoculare Kreislauf mit dem der Bindehaut und der Lider in

Verbindung gesetzt, andererseits aber wird auch dem Randschlingennetz der Hornhaut Blut aus den Lidarterien zugeleitet, ebenso, wie es durch die ihnen entsprechenden Venen zum Theile seinen Abfluss finden kann. Die feineren Venenstämmchen der Lider und der Bindehaut ziehen im Allgemeinen parallel den Arterien und sind namentlich in der Conjunctiva bulbi durch stark geschlängelten Verlauf ausgezeichnet. Die Disposition der gröberen Venen entspricht aber nicht mehr der der Arterien, und es möge hier nur hervorgehoben werden, dass das venöse Blut der Lider zum grösseren Theile durch die Vena angularis in die Gesichtsregion abfliesst.

Lymphgefässe. Sie sind im Bereiche der Conjunctiva bulbi sehr zahlreich und verhältnissmässig leicht durch Injection darzustellen; an den Lidern hingegen gelingt es höchstens, kleine Bruchtheile des Lymphgefässnetzes der Conjunctiva palpebralis und der äusseren Haut zur Ansicht zu bringen, daher auch ihre Gesammtanordnung noch wenig bekannt ist.

In der Conjunctiva bulbi zieht sich ein capillares Lymphgefässnetz durch die Tunica propria hin. Die Maschenräume desselben sind nach der Peripherie zu ziemlich weit und unregelmässig, werden jedoch in der unmittelbaren Umgebung der Hornhaut klein und gleichmässig rundlich; das Caliber der Gefässchen selbst ist an letzterem Orte bedeutend geringer. Mehrfachen Erfahrungen zufolge, muss ich der Ansicht *Teichmanns* beistimmen, dass das Lymphgefässnetz am Rande der Hornhaut vollständig abgeschlossen ist. Zackige Ausläufer desselben in das Hornhautgewebe, wie sie *Waldeyer* und Andere beschreiben, dürften wohl nur durc Extravasation der injicirten Masse zu Stande kommen. — Aus dem capillaren Netzwerke der Schleimhaut führen zahlreiche, etwas stärkere, ableitende Gefässchen in die Submucosa und sammeln sich dort zu klappenführenden Stämmchen, welche unter einander anastomosiren und im Allgemeinen die Richtung gegen den inneren und äusseren Lidwinkel einschlagen. Es ist nicht schwer zu constatiren, dass die gesammte Lymphe der Conjunctiva und der Lider, wie dies, zum mindesten für die letzteren, bereits *Mascagni* bekannt war, schliesslich ihren Abfluss gegen die Gesichtsgegend findet; und zwar ziehen von dem inneren Augenwinkel aus ein oder zwei Lymphgefässstämmchen entlang der Vena facialis anterior, herab zu den Glandulae lymphaticae submaxillares, und ebensolche von dem äusseren Augenwinkel über das Jochbein weg zu den Glandulae auriculares anteriores.

Nerven der Conjunctiva und der Lider. Bezüglich der Nerven, welche sich in der Haut und in den Muskeln der Lider verbreiten, ist nichts besonderes zu erwähnen. Ob die *Meibom'schen* Drüsen eigene Nerven besitzen, ist noch zweifelhaft. Während *Colasanti* ein dichtes, die Blutgefässcapillaren begleitendes Netzwerk markhaltiger Fasern beschreibt, welches die Drüsenblasen umziehen und feine, marklose Fädchen durch die Membrana propria an die Secretionszellen abgeben soll, stellt *W. Krause* die Existenz von Nerven an den *Meibom'schen* Drüsen gänzlich in Abrede. — Sehr reichlich ist die Conjunctiva mit Nerven bedacht. Dieselben entstammen, wie bereits erwähnt worden ist, zum Theile den Nervi ciliares, zum grössten Theile aber, in nicht ganz constanter Weise anderen Zweigen des ersten Trigeminusastes. In der Conjunctiva bulbi sind dünne Bündel markhaltiger Nervenfasern leicht auf grössere Strecken zu verfolgen; sie selbst, sowie die einzelnen Fasern, theilen sich wiederholt und stehen mit den benachbarten Bündeln durch Faseraustausch in reichlicher Verbindung. Von ihnen lösen sich einzelne Nervenfasern ab, welche nach *Krause* ohne Ausnahme schliesslich in Endkolben (Seite 233) übergehen. *Waldeyer,* der die Existenz der letzteren in Zweifel zieht, konnte, wie auch andere Forscher, den Uebergang der markhaltigen Fasern in marklose auf das bestimmteste verfolgen und beobachten, dass schliesslich ein Theil derselben an die Blutgefässe herantritt, ein anderer Theil aber in das Epithel eindringt und zwischen den Zellen des letzteren mit einem feinen Plexus endiget.

In der Haut des Lidrandes hat *W. Krause Meissner'sche* Tastkörperchen beschrieben; sie haben ihren Sitz in den Papillen.

Die Thränendrüse. Sie ist nach dem acinösen Typus gebaut und gleicht mit Bezug auf die Ramification der kleineren Drüsengänge, sowie in den feineren histologischen Details der Acini, ganz der Ohrspeicheldrüse; sie ist demnach, wie es auch die Beschaffenheit ihres Secretes ergibt, eine seröse Drüse. Ihre Ausführungsgänge sammeln sich aus den locker aneinander gefügten Läppchen und münden im Uebergangstheile der Conjunctiva aus. Es sind deren etwa 4—5 grössere, welche der compacten Masse der Thränendrüse entstammen und 8—10 kleinere, welche einzelnen, zerstreut liegenden Läppchen angehören. Sie lassen sich durch geeignete Methoden von dem Conjunctivalsack her mit Injectionsmasse erfüllen.

Die Thränenröhrchen. Ihre Wandung besteht aus einer von dichten, elastischen Fasernetzen durchsetzten, sehr gefässreichen Bindegewebslage und aus einer Bekleidung von schön entwickeltem, geschichtetem Pflasterepithel. Unmittelbar der Wandung anliegend ziehen, dem horizontalen Theile der Thränenröhrchen entlang, die Fasern des palpebralen Antheiles des Musculus orbicularis oculi; namentlich ist es der *Horner'sche* Muskel, welcher ihrer hinteren Seite sich anschmiegt. Auch der vertical gerichtete Anfangstheil der Thränenröhrchen wird von netzförmig durchkreuzten, aus dem Lidmuskel abgezweigten Fasern umsponnen. Doch kommt es nach meiner Erfahrung niemals zur Bildung eines völlig geschlossenen Ringmuskels, wie ein solcher neuerdings von *Merkel* angeführt wird, da die hintere Wand des Röhrchens an dieser Stelle stets von Muskeln frei bleibt. Acinöse Drüsen, welche den Thränenröhrchen gewöhnlich zugeschrieben werden, habe ich niemals gesehen.

Der Thränensack und der Thränennasengang. Man muss an ihrer Wandung eine äussere Faserhaut und eine Schleimhaut unterscheiden. Die erstere verschmilzt, soweit die Kanalwand dem Knochen anliegt, untrennbar mit dem Periost und besteht vorwiegend aus längsverlaufenden Bindegewebsbündeln. Die Schleimhaut ist durch ihren reichen Gehalt an lymphoiden Zellen ausgezeichnet, sehr dünn und von glatter Oberfläche. Sie trägt ein einschichtiges Cylinderepithel, welches nach den Angaben der meisten Autoren mit einem Besatz von Flimmerhaaren versehen sein soll. An dem unteren Ende des Ganges tritt geschichtetes Pflasterepithel an dessen Stelle.

II. Der Gehörapparat.

Sein wesentlichster Bestandtheil ist das *Labyrinth*, der Sitz der specifischen, an die periphere Ausbreitung des Hörnerven geknüpften *Neuroepithelien*. Es ist gegenüber den im Sehapparate obwaltenden Verhältnissen hervorzuheben, dass die Endausbreitung des Hörnerven keineswegs eine durchaus einheitliche ist; er sucht vielmehr mit seinen Aesten verschiedene, räumlich getrennte Bezirke des Labyrinthes auf, um in denselben auch mit verschieden gestalteten Neuroepithelien in Beziehung zu treten. Die Träger der letzteren sind einerseits die beiden *Vorhofssäckchen* und die *Ampullen* der häutigen Bogengänge, andererseits aber der den Windungen der

Schnecke folgende *Ductus cochlearis*. Alle diese Theile sind Hohlgebilde, deren Innenraum mit klarer Flüssigkeit (*Endolymphe*) erfüllt ist und deren zarte, membranöse Wände an ihrer Innenfläche mit Epithel bekleidet sind.

Während nun dieses Epithel im Allgemeinen einen sehr einfachen Bau besitzt, gestaltet es sich an den Stellen, an welchen die Ausbreitung des Hörnerven erfolgt, zu einem mehr oder weniger complicirten Nervenendapparat um. Diese Stellen sind in den Vorhofssäckchen und Ampullen mit freiem Auge wahrnehmbar und in den ersteren unter dem Namen der *Maculae acusticae*, in den letzteren als *Cristae acusticae* bekannt*).

An das Labyrinth (*innere Sphäre des Gehörapparates*) schliesst sich der Apparat für die Schallzuleitung an, bestehend aus der *Paukenhöhle* mit der *Eustachischen Ohrtrompete* (*mittlere Sphäre*), aus dem *äusseren Gehörgang* mit der *Ohrmuschel* (*äussere Sphäre*) und endlich aus dem *Trommelfell* mit seinen Anhangsgebilden. —

1) Innere Sphäre des Gehörapparates.

Die Vorhofssäckchen und die häutigen Bogengänge. Die Hohlräume des knöchernen Labyrinthes werden durch die ihnen entsprechenden Abtheilungen des häutigen Labyrinthes nur im Bereiche der Ampullen annähernd ausgefüllt; an allen übrigen Stellen bleibt daneben ein ansehnlicher Raum für die *Perilymphe* übrig, und zwar nehmen die Vorhofssäckchen etwa zwei Drittheile des Vorhofsraumes ein, während die Lichtung eines knöchernen Bogenganges einen fünfmal grösseren Durchmesser besitzt, als wie der in ihm eingelagerte häutige Bogengang.

Im Einzelnen ist über die Einlagerung des häutigen Labyrinthes Folgendes hervorzuheben:

---

*) Nach den Ergebnissen zahlreicher physiologischer Untersuchungen (*Goltz, Breuer, Mach*) muss der Möglichkeit Raum gegeben werden, dass in den halbcirkelförmigen Kanälen eine Einrichtung vorliegt, welche, indem sie uns über die Bewegungen des Kopfes orientirt, für die Erhaltung des Gleichgewichtes unseres Körpers von Wichtigkeit ist. Die histologischen Verhältnisse des Nervenendapparates können zwar dermalen bei der Entscheidung der Frage, ob wir es hier mit einem specifischen Sinnesapparat (*statischer Sinn, Breuer*) zu thun haben, nicht in die Wagschale fallen, jedoch scheinen sie mit einer solchen Annahme ganz wohl vereinbar.

Die häutigen Bogengänge liegen nicht axial in dem Lumen der knöchernen Bogengänge, sondern sind an der convexen Seite der letzteren durch bindegewebige Stränge (*Ligamenta labyrinthi canaliculorum*, *Rüdinger*) an das den Innenraum des knöchernen Labyrinthes allenthalben bekleidende Periost festgeheftet.

Aehnliche, häufig verzweigte Bindegewebsbalken durchziehen auch den von der Perilymphe eingenommenen Zwischenraum, indem sie zwischen der freien Wand des häutigen Bogenganges und dem Periost ausgespannt sind.

Die Vorhofssäckchen liegen der medialen Wand des knöchernen Vorhofsraumes an, und zwar schmiegt sich der *Utriculus* (*Sacculus hemiellipticus*) sehr innig dem Recessus ellipticus an, während zwischen dem *Sacculus* (*Sacculus rotundus*) und dem Recessus hemisphäricus eine stärker entwickelte, lockere Bindegewebsschichte eingeschoben ist. Für das Fasergewebe, welches die Fixirung der Säckchen an die mediale Vorhofswand vermittelt, ist die Bezeichnung *Ligamenta labyrinthi sacculorum* (*Rüdinger*) eingeführt worden. Zwischen den Säckchen und der lateralen Wand des knöchernen Vorhofes bleibt ein von Perilymphe eingenommener Zwischenraum.

Utriculus und Sacculus sind als solche gegen einander vollkommen abgeschlossen, jedoch verschmelzen ihre einander zugekehrten Wände zu einer einfachen Scheidewand. Eine indirecte Verbindung ihres Innenraumes wird dadurch hergestellt, dass der *Aquaeductus vestibuli* dort, wo er mit trichterförmiger Verbreiterung in den oberen Theil des Sacculus übergeht, ein zartes Kanälchen absendet, welches unter dem Boden des Utriculus eine Strecke weit verläuft, um sich endlich mit einer schlitzförmigen Oeffnung in denselben einzusenken. Während der Utriculus ausserdem an fünf Mündungsstellen die Schenkel der häutigen Bogengänge in sich aufnimmt, geht aus dem Sacculus, und zwar aus der unteren Wand desselben, ein dünnes Kanälchen ab, welches die Verbindung mit dem Ductus cochlearis herstellt und unter der Bezeichnung *Canalis reuniens* (*Hensen*) bekannt ist.

Mit Bezug auf *den feineren Bau* zeigt die Wandung der Vorhofssäckchen und der häutigen Bogengänge, soweit sie nicht Ausbreitungen des Hörnerven trägt, ziemlich einfache Verhältnisse. Man kann an ihr drei Schichten unterscheiden: die äusserste ist eine mit reichlichen, elastischen Fasernetzen durchsetzte *Bindegewebslage*, deren Elemente sich unmittelbar in die Ligamenta labyrinthi fortsetzen

und dort, wo die Wandung dem Perioste des knöchernen Labyrinthes anliegt, mit diesem verschmelzen. Sie ist ziemlich reich an Blutgefässen, welche theils unmittelbar, theils aber durch feine, in den abzweigenden Bindegewebssträngen verlaufende Gefässchen mit denen des Periostes sich verbinden. Der Bindegewebslage schliesst sich nach einwärts, als zweite Schichte, eine dünne, strukturlose *Glashaut* (*Membrana propria*) an. Sie erscheint an Querschnitten als ein homogener, heller Streif, dessen Grenzcontour gegen die Bindegewebslage nicht immer scharf ausgeprägt ist. An den Bogengängen ist sie bei erwachsenen Personen constant mit unregelmässig höckerigen, nach einwärts vorspringenden Erhabenheiten (*Papillen, Rüdinger*) versehen, welche nach meinem Dafürhalten den Warzen der *Descemet'schen* Haut analog sind. Bei neugeborenen Kindern sind sie niemals beobachtet worden. Bei Erwachsenen fehlen sie durchgehends an der dem Periost anliegenden Seite der Wandung. *Lucae* und *Voltolini* haben ähnliche Bildungen als krankhafte Zustände beschrieben.

Der Glashaut ruht die innerste, *epitheliale Schichte* auf. Sie besteht aus einer einfachen Lage heller, abgeplatteter, polygonaler, mit einem grossen, rundlichen Kerne versehener Zellen. Bemerkenswerth ist, dass sich der concaven Seite der Bogengänge entlang ein schmaler heller Streif hinzieht, gegen welchen hin die Epithelzellen allmälig höher werden, bis sie an demselben eine cylindrische Form annehmen. Dieser auch auf das Dach der Ampullen sich erstreckende Streifen ist, unter dem Name *Raphe,* von *Hasse* zuerst beschrieben, und seiner Bedeutung nach, mit der Entwicklung der Bogengänge in Beziehung gebracht worden.

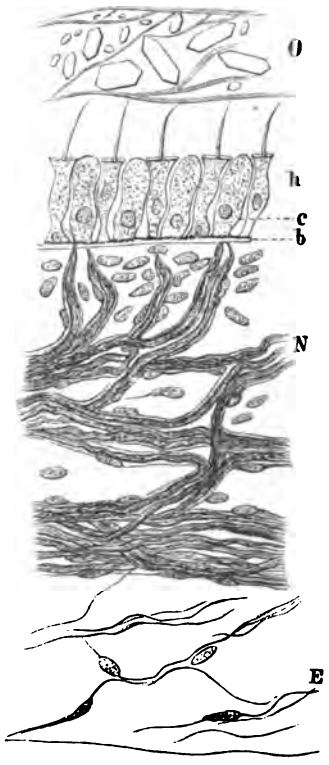
In dem Bereiche der *Maculae* und *Cristae acusticae**) erscheint die Wandung des häutigen Labyrinthes sehr stark verdickt, und zwar zumeist durch beträchtliche Zunahme der äusseren Bindegewebsschichte. In dieser breiten sich die markhaltigen Fasern des entsprechenden Hörnervenastes, zu Bündeln gruppirt, der Fläche

---

*) Die Cristae acusticae sind auffällig vorragende, in der Mitte etwas eingeschnürte Leistchen, welche sich nicht ganz auf die Hälfte des Umfanges einer jeden Ampulle erstrecken. — Die Macula acustica des Utriculus erscheint als runder, ziemlich stark nach einwärts prominirender, weisser Fleck, der zum Theil die vordere, zum Theil die obere Wand des Utriculus einnimmt. Im Sacculus findet man die Macula an der nach abwärts gerichteten Wand, in der Nähe der Oeffnung des Canalis reuniens.

nach aus. Während dabei die tiefer gelegenen Nervenbündel durch gegenseitigen Faseraustausch anastomosiren, lösen sich von den oberflächlicheren zahlreiche, vereinzelte Fasern ab, biegen nach einwärts um und gelangen, nachdem sie die Glashaut durchbrochen haben und marklos geworden sind, zwischen die Elemente des *Neuroepithels*. An diesem unterscheidet man zweierlei, in einer einfachen Schichte, alternirend gelagerte Zellen, von welchen die einen als *Hörzellen*, die anderen als *indifferente Zellen* (*Isolationszellen*, *Hasse*) bezeichnet werden.

Fig. 122.



Querschnitt durch die Macula acustica des Utriculus vom Menschen (Entkalkung des Knochens mit Salzsäure und nachheriges Einlegen in Müller'sche Flüssigkeit.

E Bindegewebige Grundlage der Säckchenwand. N Nervenfasern, mit feinen Fibrillen die Glashaut (b) durchbrechend, h Hörzellen, c indifferente Zellen, O Gallertsubstanz mit den Otolithen. (Nach W. Krause.)
500fache Vergrösserung.

Die *Hörzellen* sind im Allgemeinen flaschenförmig, in der Mitte leicht ausgebaucht, an dem freien Ende verbreitert und gegen die Basis mehr oder weniger zugespitzt. Der ellipsoidische Kern liegt meistens in dem ausgebauchten Theile der Zelle, mitunter aber mehr gegen die Basis hingerückt. An dem freien Ende ist eine jede Hörzelle mit einem cuticularen Saum versehen, aus welchem sich ein steifes, fein zugespitztes, etwa mit einem Cilienhaare vergleichbares Gebilde (*Hörhaar*) erhebt. — Die *indifferenten Zellen* sind annähernd cylindrisch, ihr freies Ende ist abgerundet, ohne Cuticularsaum, die Basis kaum merklich verschmälert; nahe der letzteren liegt der kugelige Kern.

An den Maculae acusticae ist die ganze freie Oberfläche des Neuroepithels mit einer etwa 20 μ dicken Lage einer gallertartigen Substanz überzogen, in welche die Hörhaare sich einsenken. Die Gallerte selbst schliesst eine bedeutende Anzahl grösserer und kleinerer, prismatischer Krystalle von kohlensaurem Kalk, die sogen. *Oto-*

lithen in sich. Von diesen rührt die weisse Farbe der Macula acustica her.

Die näheren Beziehungen der Nervenfaserenden zu den Elementen des Neuroepithels sind noch nicht mit Sicherheit erkannt; eine viel verbreitete Annahme geht dahin, dass sie in irgend einer Weise in die Substanz der Hörhaare übergehen.

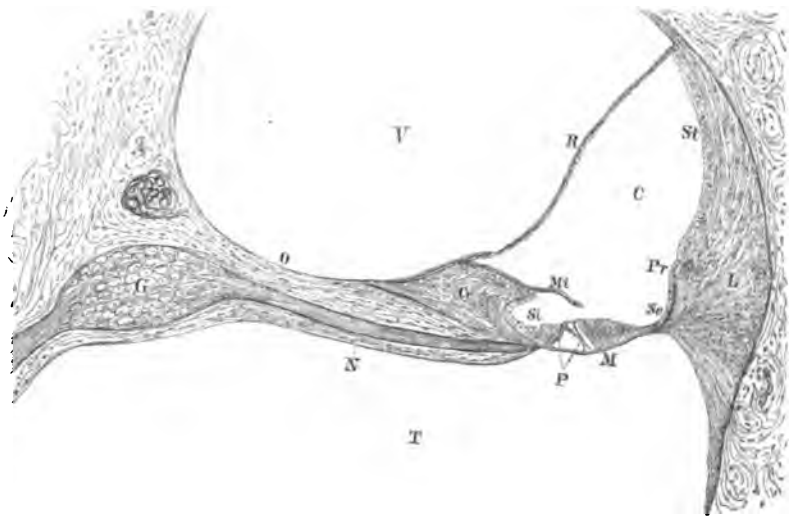
Die *mikroskopische Untersuchung* des Labyrinthes hat mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen. Unerlässliche Vorbedingung ist genaue Orientirung über die Lageverhältnisse der einzelnen Theile. Die Eigenschaften der Formelemente untersucht man am besten an frischen Objekten, unter Zusatz von Humor aqueus oder Jodserum, oder auch mit Zuhilfenahme der Ueberosmiumsäure. Um die Anordnung der Elemente und den Aufbau der Labyrinthwandung kennen zu lernen, sind Durchschnittspräparate erforderlich. Die Anfertigung solcher setzt die Entkalkung des knöchernen Labyrinthes voraus, zu welcher man am besten die Gehörorgane kleinerer, noch ziemlich junger Thiere verwendet. Nachdem das knöcherne Labyrinth annähernd herauspräparirt worden ist, legt man es vorerst auf mehrere Stunden in eine 0·5% Lösung von Ueberosmiumsäure und hierauf in eine Lösung von Chlorpalladium (0·001%), welcher der zehnte Theil Salzsäure zugesetzt worden ist. Nachdem der Knochen schneidbar geworden ist, wäscht man das Objekt mit verdünntem Alkohol aus und bettet es in eine gut schneidbare Masse (Speckleber, Transparentseife, Wachsmischung oder dgl.) ein. Diese Behandlung des Objektes, zuerst von *Waldeyer* für die Schnecke angegeben, ist allen anderen Methoden vorzuziehen, theils wegen ihrer Einfachheit, theils wegen der durch sie ermöglichten guten Conservirung der Formelemente.

Die Schnecke. Weit complicirter, als wie an dem bis nun beschriebenen Sinnesepithel des Labyrinthes, gestalten sich die Verhältnisse an jenem akustischen Terminalapparat, welcher in der Schnecke geborgen ist. Er schliesst sich an den Ramus cochleae des Hörnerven an und wird nach seinem Entdecker das *Corti'sche Organ* genannt.

Denkt man sich die Windungen der Schnecke zu einem geraden Rohr ausgestreckt, so findet man, ähnlich wie in den Bogengängen, von der knöchernen Wand, beziehungsweise von dem Periost einen Raum umgrenzt, welcher neben perilymphatischer Flüssigkeit ein dünnes, dem häutigen Bogengang an die Seite zu stellendes Kanälchen,

den *Ductus cochlearis, Scala media, Schneckengang* in sich schliesst. Während jedoch der häutige Bogengang nur an einem schmalen Streifen mit dem Periost in Zusammenhang steht und mit seiner übrigen Circumferenz frei in der Perilymphe schwimmt, ist der Ductus cochlearis auf eine das Schneckenrohr quer durchziehende Scheidewand (die *Lamina spiralis ossea* und *membranacea*) aufgesetzt, und zwar so, dass er der äusseren Wand des Schneckenrohres an-

Fig. 123.



Querdurchschnitt einer Schneckenwindung vom Meerschweinchen. (Ueberosmiumsäure — Palladiumchlorid).

T Scala tympani, V Scala vestibuli, C Ductus cochlearis, R Reissner'sche Membran, O Lamina spiralis ossea, G Ganglion spirale, Si Sulcus spiralis internus, M Membrana basilaris mit dem aufsitzenden Corti'schen Organ, P Pfeiler des Corti'schen Organes, Mt Membrana tectoria, L Ligamentum spirale, Pr Prominentia spiralis mit dem Vas prominens, Se Sulcus spiralis externus, St Stria vascularis.

(Hartnack, Object. IV. Ocul. 2. Vorgrösserung 85.)

liegt. Er stellt ein gegen die Spitze der Schnecke zu sich allmälig verdünnendes Kanälchen dar, welches nach beiden Seiten zu blind endigt. Nahe seinem weiteren Anfangsstück, also an der Basis der Schnecke, ist er durch den Canalis reuniens mit dem Sacculus in Communication gesetzt.

Ein Querschnitt einer Schneckenwindung zeigt somit drei in sich abgeschlossene Räume, von welchen der basalwärts gelegene der *Scala tympani* (*Paukentreppe*) entspricht; oberhalb der Lamina

spiralis ossea und membranacea befinden sich zwei Räume, von denen der grössere der *Scala vestibuli* (*Vorhofstreppe*), der kleinere dem *Ductus cochlearis* angehört. Der Durchschnitt des letzteren hat ungefähr die Gestalt eines rechtwinkligen Dreieckes, dessen Spitze nahe dem Rande der Lamina spiralis ossea gelegen ist, während die abgerundete Basis der peripheren Wand des knöchernen Schneckenrohres anliegt. Die Basis des Dreieckes entspricht daher auch der Aussenwand des Ductus cochlearis; die untere (tympanale) Wand desselben wird durch einen Theil der Lamina spiralis ossea und durch die Lamina spiralis membranacea dargestellt, die obere (vestibuläre) durch die sogen. *Reissner'sche Membran.* Diese letztere, auch *Membrana vestibularis* genannt, ist ein dünnes Häutchen, welches von der oberen Fläche der Lamina spiralis ossea entspringt, und schief gegen die Aussenwand des Schneckenrohres aufsteigt, um sich daselbst anzuheften. Durch sie wird also der Ductus cochlearis von der Scala vestibuli abgegrenzt.

Die Vorhofs- und die Paukentreppe haben die Bedeutung von serösen oder lymphatischen Räumen, und sind demgemäss mit einem platten Endothelium ausgekleidet; sie gehen, wie bekannt, an der Kuppel der Schnecke, im *Helicotrema*, in einander über. An der Basis der Schnecke wird die Scala tympani durch die Membran des runden Fensters gegen die Paukenhöhle abgeschlossen, während die Scala vestibuli sich direct in den perilymphatischen Raum des Vorhofes öffnet. — Der Ductus cochlearis ist der Behälter des *Corti'schen* Organes. Dasselbe sitzt seiner tympanalen Wand auf und stellt, als ein echtes Sinnesepithel, eine specifische Modification des den ganzen Canal auskleidenden Epithelialstratums dar.

Nach dieser allgemeinen Orientirung kann die nähere Beschreibung der Wände des Ductus cochlearis folgen. (Vergl. Fig. 123.)

Zur Bildung der *tympanalen* Wand desselben trägt zunächst die äusserste Randzone der Lamina spiralis ossea bei. Sie ist in zwei Lefzen gespalten, von denen die eine (Labium tympanicum) in derselben Flucht fortläuft, die andere aber (Labium vestibulare) in den Schneckenkanal aufgebogen ist und auch den Namen *Crista spiralis* (*Waldeyer*) führt. Zwischen beiden Lefzen liegt ein rinnenartiger Einschnitt, der *Sulcus spiralis internus.* Die Crista spiralis zeigt, von oben her gesehen, eine eigenthümlich höckerige Beschaffenheit, indem eine fortlaufende Reihe von länglichen, abgerundeten Erhebungen mit dazwischen liegenden Vertiefungen abwechselt. Diese

Erhebungen bieten einigermassen das Aussehen einer Zahnreihe und werden daher seit *Huschke* als *Gehörzähne* beschrieben.

Von dem freien Rande der unteren Lefze der Lamina spiralis ossea spannt sich die *Membrana basilaris* (*Lamina spiralis membranacea*), als tympanale Wand des Ductus cochlearis, bis zur seitlichen Circumferenz des Schneckenraumes hin und findet dort ihren Ansatz in einem dicken Gewebspolster, dem *Ligamentum spirale*. Die Membrana basilaris besteht aus drei wohl geschiedenen Schichten, deren stärkste eine vollkommen strukturlose Haut darstellt. Diese ist an der tympanalen Seite von einer zarten, spindelförmige Zellen führenden Bindegewebsschichte bedeckt und an ihrer oberen Fläche von zahlreichen, sehr nahe an einander liegenden, ziemlich starren, geraden Fasern, welche in radiärer Richtung geordnet sind, überlagert; dadurch erhält die Grundmembran ein feinstreifiges Aussehen. Man unterscheidet gewöhnlich ihrem ganzen Verlaufe nach drei Zonen, von denen die der Lamina spiralis ossea zunächst gelegene als *Zona perforata* bezeichnet wird, weil sie zum Durchtritte der Nervenfasern mit einer Reihe von ovalen Löchern versehen ist; die mittlere Zone, über welcher das *Corti'sche* Organ liegt, heisst desshalb *Zona tecta* und die äusserste, an das Ligamentum spirale angrenzende Parthie wird als *Zona pectinata* benannt; in ihr erreicht die Basilarmembran, eigentlich die strukturlose Haut derselben, die grösste Dicke. Bemerkenswerth ist noch der Verlauf eines venösen Kanales, welcher in der Basilarmembran eingebettet, alle Schneckenwindungen, parallel der Lamina spiralis ossea, in ziemlich gleich bleibender Weite durchläuft; er gehört der Zona tecta an und führt den Namen *Vas spirale* (Fig. 124).

Die *äussere* Wand des Ductus cochlearis wird durch das *Ligamentum spirale* gebildet. Es ist dies eine Anhäufung von Bindegewebe, welche der peripheren Schneckenwand aufsitzt und gegen den Ansatz der Basilarmembran in eine wohl markirte Leiste oder Kante übergeht. Auf dem Querschnitt einer Schneckenwindung stellt es eine ungefähr mondsichelartige Figur dar, mit einem von ihrer concaven Seite aus gegen die Basilarmembran zulaufenden, spitzwinkligen Aufsatze. Man überzeugt sich da leicht, dass das Ligamentum spirale nicht nur in's Bereich der Wand des Ductus cochlearis fällt, sondern beiderseits in die Wand der Vorhofs- und Paukentreppe hineinreicht.

Man unterscheidet an der Aussenwand des Ductus cochlearis

nebst der Epithellage noch drei Schichten, von denen die äusserste das Periost darstellt; auf diesem liegt das lockere, zellenreiche Bindegewebe auf, welches die Hauptmasse des ganzen Ligamentum spirale ausmacht. Gegen die Epithellage des Kanales wird dasselbe durch eine verdichtete Schichte (Membrana propria) abgeschlossen, in welche die strukturlose Haut der Basilarmembran direct übergeht.

Hier ist auch noch der *Stria vasculosa* zu gedenken. Es ist dies eine Lage eines dichten, engmaschigen Capillarsystemes, welches unmittelbar unter der Membrana propria eingelagert ist, aufwärts bis an den Ansatz der *Reissner'schen* Membran reicht und nach abwärts durch ein gegen den Schneckengang leicht vorspringendes, venöses Gefäss, das sogen. *Vas prominens*, begrenzt wird. Sie nimmt beim Menschen ungefähr drei Viertheile von der Höhe der äusseren Wand in Anspruch.

Die *obere* Wand des Ductus cochlearis wird durch die *Reissner'sche* Haut hergestellt. Sie findet ihren Ansatz an einer flachen Leiste, welche der oberen Fläche der Lamina spiralis ossea aufsitzt, bildet mit dieser einen sehr spitzen Winkel und läuft in schräg aufwärtsgehender Richtung nach aussen, um sich an dem Ligamentum spirale festzuheften. Der gedachte Winkel mag beim Menschen etwa 30—36° betragen, es ist jedoch zu bemerken, dass er sich von der Basis gegen die Spitze der Schnecke zu allmälig verkleinert. Die Membran selbst ist eine dünne, reich vascularisirte Bindegewebsplatte.

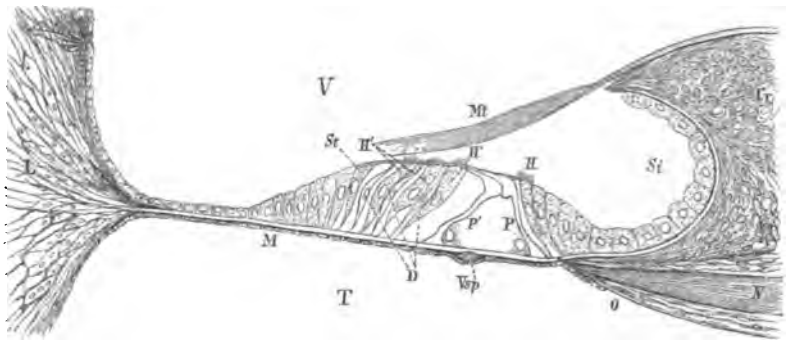
Alle eben beschriebenen Wandbestandtheile des Ductus cochlearis sind mit einer einschichtigen Lage cubischer Epithelzellen bekleidet, nur an den hervorragendsten Punkten der *Huschke'schen* Gehörzähne findet sich eine Unterbrechung derselben. — Entsprechend der Membrana basilaris ist, wie bereits erwähnt, an Stelle der einfachen Epithelformation der Endapparat des Schneckennerven, das *Corti'sche Organ* getreten.

Das Corti'sche Organ. Seine wesentlichen Formelemente sind: die beiden *Pfeiler* der *Corti'schen Bögen*, ein Anzahl von verschieden geformten Zellen, welche sich beiderseits an diese anschliessen (*Deckzellen*), und endlich zwei eigenthümlich strukturirte, membranöse Bildungen, die *Lamina reticularis* und die *Membrana tectoria* (Fig. 124).

Die *Corti'schen Pfeiler* (*Gehörstäbchen*), sind leicht geschweifte, homogene, elastische Stäbchen, deren Endtheile eigenthümlich geformte

Anschwellungen besitzen. Sie sind, in grosser Zahl, zu zwei, dem ganzen Spiralblatte entlang laufenden Reihen geordnet, und zwar so, dass man, mit Rücksicht auf die Axe der Schnecke, eine derselben näher gelegene — *innere* — und eine von derselben entferntere — *äussere* — Reihe unterscheiden muss. Die unteren Enden (*Fusstheile*) der Pfeiler sind mit verbreiterter, ebener, Endfläche an die Membrana basilaris gekittet, und zwar haften die Pfeiler der inneren Reihe nahe der äusseren Grenze der Zona perforata, die der äusseren an der Zona tecta, in einer Entfernung von 60—70 μ von den ersteren. Die Pfeiler beider Reihen sind derart gegen einander geneigt, dass sie sich mit ihren oberen Enden (*Kopftheilen*) berühren

Fig. 124.



Senkrechter Durchschnitt durch das Corti'sche Organ der Katze. (Ueberosmiumsäure — Palladium-Chlorid).

Cr Crista spiralis, Si Sulcus spiralis internus, M Membrana basilaris, Mt Membrana tectoria, O Labium tympanicum der Lamina spiralis ossea, N Bündel des Nervus cochleae, P innerer, P' äusserer Pfeiler, H innere, H' äussere Haarzellen, D Deiters'sche Zellen, St Hensen'sche Stützzelle, L Ligamentum spirale, Vsp Vas spirale, V Scala vestibuli, T Scala tympani. (Hartnack, Object VIII. Ocul. 3.)

und so mehr oder weniger zugespitzte Bögen herstellen. Indem sich diese Bögen fortlaufend an einander schliessen, begrenzen sie mit einem Theile der Membrana basilaris einen mit Flüssigkeit erfüllten, *tunnelartigen Raum,* welcher sich über die ganze Länge des Spiralblattes, durch alle Windungen der Schnecke hinzieht. Dabei ist jedoch zu bemerken, dass die Pfeiler der inneren Reihe an Zahl die der äusseren Reihe nicht unerheblich übertreffen (*Waldeyer* berechnet die ersteren auf 6000, die letzteren auf 4500), und somit der Kopftheil eines äusseren Pfeilers nicht mit einem einzigen, inneren Pfeiler in Contact steht, sondern stets deren zwei, oder auch drei berühren muss.

Ueber die Gestaltung der Kopftheile der Pfeiler und deren gegenseitige Beziehung ist nun Folgendes zu bemerken. Der Kopftheil des äusseren Pfeilers wendet dem des inneren eine convexe, geglättete Fläche zu und wird von einer entsprechenden Concavität des letzteren aufgenommen; er trägt einen nach aussen abgebogenen, annähernd der Basilarmembran parallel gerichteten, platten Fortsatz: die *Kopfplatte* (*Waldeyer*). Der Kopftheil der inneren Pfeiler ist etwas schmäler und besitzt eine concave Contactfläche für den Kopf des ihm gegenüberstehenden, äusseren Pfeilers. Auch er trägt eine Kopfplatte, welche nach aussen zu die des äusseren Pfeilers zum Theile überlagert und nach einwärts in Gestalt eines schmalen Leistchens vorragt. Die Verbindung der äusseren und inneren Pfeiler an ihren Kopftheilen ist keine gelenkig bewegliche, wie man wohl häufig angenommen hatte, sie haften vielmehr, wahrscheinlich unter Vermittelung einer geringen Menge von Kittsubstanz, ziemlich fest mit ihren Flächen aneinander. Die Pfeiler einer und derselben Reihe berühren sich gegenseitig mit ihren Kopf- und Fussenden, während die Mittelstücke dünne Spalten zwischen sich lassen.

In Betreff des *histologischen Charakters* der *Corti'schen* Pfeiler scheint es durch Erfahrungen über ihre Entwicklung sichergestellt zu sein, dass sie eine eigenthümliche Umwandlungsform der Substanz epithelialer Zellen darstellen. Als Reste der letzteren findet man an dem Fusstheile der Pfeiler, und zwar der dem Tunnel zugewendeten Seite anhaftend, undeutlich contourirte Klümpchen von feinkörnigem Protoplasma mit hellen, kugeligen Kernen.

Von den exquisit *zelligen* Elementen des Corti'schen Organes, welche sich beiderseits den eben beschriebenen Bögen anschliessen (man bezeichnet sie im Allgemeinen als *Deckzellen*), nehmen die *Haarzellen* das meiste Interesse in Anspruch. Man unterscheidet *innere* Haarzellen, welche, in einfacher Reihe, nach einwärts von dem Tunnel ihren Standort haben und *äussere* Haarzellen (*Corti'sche Zellen*), welche bei den Säugethieren in drei, beim Menschen in vier fortlaufenden Reihen den äusseren Pfeilern angefügt sind.

Die *inneren Haarzellen* besitzen die Gestalt eines Kegels, dessen Spitze in einen ziemlich langen, dünnen Fortsatz ausläuft; der letztere haftet mittelst einer oft kaum bemerkbaren Verbreiterung der Basalmembran an und ist von einer Anzahl kleiner, rundlicher Zellen, den sogen. *Körnern*, umgeben (die letzteren sind an der Fig. 124 nicht ersichtlich gemacht). Ihre Endflächen kommen in gleiche Höhe

mit den Kopfplatten der inneren Pfeiler zu liegen, zwischen deren inneren, leistenartigen Fortsätzen sie eingerahmt sind. Die Endflächen tragen einen dünnen, cuticularen Besatz, aus dem sich eine grosse Zahl feinster Härchen erhebt. Die Zellen selbst sind übrigens äusserst zart granulirte, sehr vergängliche, mit einem hellen, ellipsoidischen Kern versehene Gebilde.

Die *äusseren Haarzellen* stimmen, ihren hervorstechendsten Eigenschaften nach, mit den inneren so ziemlich überein. Ihre Reihen laufen, nahe an einander gedrängt, den äusseren Pfeilern parallel, und zwar stehen die einzelnen Zellen der verschiedenen Reihen nicht in einer Linie hinter einander, sondern unter sich und mit den Kopftheilen der Pfeiler alternirend. Ihre haartragenden Endflächen sind in ringförmigen Ausschnitten der Lamina reticularis eingerahmt, ihre nach abwärts gewendeten spitzen Ausläufer ähnlich, wie die inneren Haarzellen, an der Basilarmembran befestiget.

In Betreff der übrigen Deckzellen des Corti'schen Organes ist Folgendes zu bemerken. An die inneren Haarzellen schliessen sich in zusammenhängender Lage spindelförmige oder pfriemenförmige Zellen an, welche die Lage der früher erwähnten Körner bedecken und ohne scharfe Grenze in die grossen, rundlichen, hellen Epithelialzellen des Sulcus spiralis übergehen. — Eine andere Art von Deckzellen ist zwischen den Reihen der äusseren Haarzellen eingeschoben. Sie sind unter dem Namen der *Deiters'schen Zellen* bekannt und haben die Gestalt von abgeplatteten, nach beiden Enden spitz zulaufenden Spindeln. Der Zahl nach den äusseren Haarzellen gleich, schliessen sie sich an die äussere Seite derselben an, so dass zwischen die erste und zweite Reihe der äusseren Haarzellen die erste Reihe der Deiters'schen Zellen zu liegen kommt, und die letzte Reihe dieser nach aussen auf die dritte, beziehungsweise vierte Reihe der Haarzellen folgt. An sie fügen sich mehrere Reihen cylindrischer oder pyramidenförmiger Zellen (die sogen. *Hensen*schen Stützzellen) an, welche nach aussen zu rasch an Höhe abnehmen und so allmälig in das cubische Epithel der Zona pectinata übergehen.

Die Lamina reticularis. Mit diesem Namen bezeichnete *Kölliker* ein eigenthümliches, cuticulares Gebilde, welches die nach aussen von dem Tunnel gelegenen Bestandtheile des *Corti'schen* Organes von der vestibulären Seite her bedeckt. Bei der Flächenansicht (Fig. 125) erscheint die Lamina reticularis aus einer grossen Zahl von Seg-

— — zusammengesetzt, welche bestimmte Beziehungen zu den [illegible] Haarzellen erkennen lassen und, ihrer Gestaltung nach, [illegible] Art sind. Die einen sind helle, scharf contourirte [illegible] deren Lichtung von der Basalfläche der äusseren Haarzellen ausgefüllt ist, die anderen längliche, biscuitähnliche *Plättchen*, welche den Interstitien zwischen den Haarzellenenden entsprechen und, wegen ihrer entfernten Aehnlichkeit mit der Längsschnittsfigur der Fingerknochen, den Namen *Phalangen* (*Deiters*) erhalten haben. Ringe und Phalangen hängen allenthalben mit ihren Rändern zusammen, können aber an Zupfpräparaten auch isolirt zur Ansicht gebracht werden. In ihrer Anordnung wechseln beiderlei Segmente in regelmässiger Folge derart mit einander ab, dass je ein Ring immer von vier Phalangen, und umgekehrt eine jede Phalange von vier Ringen begrenzt wird. Je nach der Anzahl der Haarzellenreihen unterscheidet man auch drei oder vier Reihen von Phalangen und Ringen. Die innerste (erste) Phalangenreihe wird durch die ruderförmig verlängerten Enden der Kopfplatten der äusseren Pfeiler repräsentirt, womit zugleich gesagt ist, dass die Lamina reticularis mit den letzteren allenthalben in continuirlicher Verbindung steht. Nach aussen hin erstrecken sich die Formationen der Lamina reticularis noch über die Region der Haarzellen hinaus, indem sie die oberen Enden der *Hensen'schen* Stützzellen in Gestalt eines zarten, rundmaschigen Netzwerkes umgreifen. Ein ähnliches Netzwerk umgibt auch die Basalenden der inneren

Fig. 125.

Corti'sches Organ des Hundes, von der Vorhofstreppe her gesehen. (Die Membrana tectoria ist entfernt.)

A Crista spiralis, B Epithel des Sulcus spiralis internus, e innere Haarzellen, C Corti'scher Bogen, g Grenzlinie zwischen den inneren und äusseren Pfeilern, D äussere Haarzellen mit den zwischenliegenden Phalangen, E Aeusseres Epithel der Basilarmembran. Nach Waldeyer. (Vergrösserung 700.)

Haarzellen und die ihnen nächstliegenden Deckzellen; es ist dieses nach *Waldeyer* noch der Lamina reticularis zuzurechnen.

Die *Corti'sche Membran* (*Membrana tectoria*). Sie ist ein accessorisches Deckblatt, welches das *Corti'sche* Organ nach der vestibulären Seite hin zum Abschluss bringt. Sie nimmt ihren Ausgangspunkt von der oberen Fläche des knöchernen Spiralblattes, nahe der Ansatzlinie der *Reissner'schen* Membran, überbrückt den Sulcus spiralis und lagert sich über das ganze Corti'sche Organ, ohne jedoch mit den Elementen desselben in irgend eine Verbindung zu treten; nur die Haarbüschel der Haarzellen haften ihr ziemlich innig an. In der Gegend der äussersten Haarzellenreihe wird sie so fein, dass es bisher nicht möglich gewesen ist, ihre äussere Grenze genau festzustellen. Nach einigen Autoren findet sie an der genannten Stelle ihr Ende, nach anderen aber soll sie sich bis an das Ligamentum spirale erstrecken und an demselben sich anheften. Ihrer Beschaffenheit nach ist die Corti'sche Membran ein weiches, zartes Gebilde, welches nur dort, wo es über den Sulcus spiralis weggespannt ist, eine beträchtliche Verdickung erfährt. Da sie sich gegen chemische Agentien ziemlich resistent verhält, unterliegt ihre Darstellung keinen besonderen Schwierigkeiten, doch ist das einzige, was bisher über ihre Textur sichergestellt werden konnte, dass sie eine von aussen nach innen gerichtete, geradlinige oder leicht wellige Faserung besitzt. Ihrer Bedeutung nach ist sie wahrscheinlich der Gallertmembran analog, welche das Neuroepithel der Vorhofssäckchen bedeckt.

Die Beziehungen des Hörnerven zu dem Corti'schen Organ. Der *Nervus cochleae* sendet, an der Basis der Schnecke angelangt, eine Reihe von Faserbündeln in die Löcher des Tractus spiralis foraminulentus und betritt dann den Canalis centralis modioli, wobei sich, entlang dem Ansatze des knöchernen Spiralblattes, in ununterbrochener Folge Faserbündel von seiner Oberfläche ablösen. Alle diese Bündel treten zwischen die beiden Lamellen des Spiralblattes ein und bilden, während sie dasselbe in radiärer Richtung (nach der Axe der Schnecke orientirt), und unter zahlreichen Anastomosen durchsetzen, ein dichtes Geflecht. In dem Anfangstheile des letzteren, entsprechend dem Canalis spiralis modioli, ist ein aus bipolaren Zellen zusammengesetztes, über alle Windungen der Schnecke sich erstreckendes Ganglion (*Ganglion spirale*) eingefügt (vergl. Fig. 124). Nachdem die Nervenfaserbündel im Laufe der Geflechtbildung immer

feiner geworden sind, erreichen sie das Labium tympanicum des Spiralblattes und treten von hier aus durch die Löcher der Zona perforata in den Ductus cochlearis ein. Knapp vor ihrem Durchbruch verlieren die Nervenfasern ihre Markscheide. Innerhalb des Ductus cochlearis erscheinen sie daher als nackte Axencylinder, von denen die meisten einen radiären Verlauf beibehalten und schliesslich zum Theil an die inneren, zum Theil an die äusseren Haarzellen herantreten. Darnach unterscheidet man sie in *innere* und *äussere* Radialfasern. Die ersteren durchsetzen, bevor sie an die Haarzellen gelangen, die früher erwähnte Lage der Körner, mit denen sie wahrscheinlich in Verbindung treten, und endigen in der Substanz der Haarzellen in noch nicht genau bekannter Weise. (An isolirten Haarzellen findet man nicht selten an einer oder der anderen Stelle kurze, blasse Fortsätze, welche nichts anderes sind, als abgerissene Nervenfasern). — Die äusseren Radialfasern ziehen ebenfalls durch die Körnerschichte und zerfallen bald in feinste, varicöse Fibrillen, welche durch die Spalten zwischen den inneren *Corti'schen* Pfeilern in den Tunnel eintreten, diesen frei, in schief aufsteigender Richtung, durchsetzen und zwischen den Körpern der äusseren Pfeiler hindurch zu den äusseren Haarzellen gelangen. In den letzteren bemerkt man, etwas über dem hellen Zellkern, ein dunkleres, ellipsoidisches Körperchen, dessen Oberfläche von einem äusserst feinen, spiralig gewundenen Fädchen umzogen wird. *Hensen*, welcher diesen *Spiralkörper* entdeckt hat, betrachtet das erwähnte Fädchen als das Ende einer Nervenfaser.

Es ist oben bemerkt worden, dass nicht alle in den Ductus cochlearis eingetretenen Nervenfasern in radialer Richtung weiter ziehen; es gibt auch solche, welche an dem Boden des Tunnels, dessen Länge nach, d. h. in *spiraler* Richtung verlaufen und durch reichliche Anastomosen ein fortlaufendes Netzwerk bilden (*M. Schultze*). Ueber die näheren Beziehungen dieses äusserst feinen Nervennetzes ist noch nichts Sicheres bekannt; wahrscheinlich ist, dass es Verbindungen mit den äusseren radialen Nervenfasern eingeht.

Die Untersuchungsmethoden für die Weichgebilde der Schnecke sind dieselben, wie sie oben für das häutige Labyrinth angegeben worden sind.

Blutgefässe. Die innere Sphäre des Gehörapparates bildet ein in sich abgeschlossenes, höchstens durch capillare Wege mit der

nächsten Umgebung zusammenhängendes Gefässgebiet, welches sein Blut aus der *Arteria auditiva interna* erhält. Sie folgt mit ihren gröberen Verzweigungen den Aesten des Hörnerven und vertheilt sich so an die verschiedenen Abtheilungen des Labyrinthes, dass auch die feineren Zweige fast durchwegs in Begleitung der entsprechenden Nervenausbreitungen an das häutige Labyrinth herantreten. So findet man an den Vorhofssäckchen zunächst ein dichtes, gröberes Gefässnetz in dem Bereiche der Macula acustica, dessen Sitz die verdickte, äussere Bindegewebsschichte derselben ist. Von hier aus erstreckt sich ein ganz feines, weitmaschiges Capillarnetz auf die übrigen Parthien der Säckchen. Ein ähnliches, starkes Gefässnetz findet sich auch an den Cristae acusticae der Ampullen. In die Bogengänge selbst dringt von jeder Vestibularmündung her ein feines, arterielles Zweigchen, so dass ein jeder knöcherne Bogengang zwei, von entgegengesetzten Richtungen kommende Arterien enthält, welche mit ihren Enden in einander übergehen. Diese, sowie die zahlreichen, von ihnen entsendeten, feinen Nebenzweigchen, verlaufen in dem bindegewebigen Balkensystem des perilymphatischen Raumes und treten weiterhin an den häutigen Bogengang heran, um ihn mit einem weitmaschigen Capillarnetz zu umspinnen.

Der Schneckenast der Arteria auditiva interna schickt vorerst durch den Tractus spiralis foraminulentus eine grössere Anzahl von Zweigchen und tritt dann in den centralen Kanal des Modiolus ein; hier zerspaltet er sich und entsendet eine fortlaufende Reihe von Zweigchen, einerseits zwischen die beiden Lamellen der Lamina spiralis ossea, andererseits aber in die knöcherne Scheidewand, welche sich zwischen den Windungen des Schneckenrohres befindet. Die ersteren Arterien bilden ein dem Plexus des Schneckennerven entlang ziehendes Gefässnetz, versorgen zum Theile auch das Periost der Lamina spiralis und reichen mit ihren Endausläufern bis in die *Reissner'sche* Membran, wo sie ein weitmaschiges Capillarnetz herstellen. Die Arterienzweigchen, welche zwischen die Windungen des Schneckenrohres eindringen, erzeugen zunächst in der Knochenlamelle des Modiolus eigenthümliche Gefässknäuel, indem sie sich innerhalb einer besonderen Knochenlücke mehrfach verschlingen. In ihrem weiteren Verlaufe verzweigen sie sich in der ganzen knöchernen Wand der Schnecke und in dem Periost, namentlich speisen sie an der äusseren Wand des Ductus cochlearis das dichte Gefässnetz, welches die Stria vascularis charakterisirt.

Das venöse Blut sammelt sich innerhalb des Schneckenrohres vorerst in zwei spiralig verlaufenden, kleinen Venen, dem Vas spirale und dem Vas prominens, deren Lage bereits früher (Seite 619 und 620) angegeben worden ist. Das erstere erhält seinen Zufluss aus dem Gefässnetze der Lamina spiralis ossea, das letztere aus der Stria vascularis; ausserdem verlaufen kleine venöse Gefässchen parallel mit den Verzweigungen der Arteria auditiva, neben welcher sie sich im Canalis centralis modioli sammeln. In Betreff des Vas spirale ist es wahrscheinlich, dass es sich durch den knöchernen Kanal des Aquaeductus cochleae in die Vena jugularis entleert. Die venösen Abflusswege des Vorhofes und der Bogengänge sind noch wenig gekannt; gröbere Venenstämmchen verlaufen entlang den Zweigen der Arterie, andere wahrscheinlich in dem Kanale des Aquaeductus vestibuli.

Lymphbahnen. In der Voraussetzung, dass die peri- und endolymphatischen Räume des Labyrinthes wahre Lymphräume darstellen, müssen die aus ihnen hervorgehenden *Wasserleitungen* als die Wege angesehen werden, auf welchen ihre Communication mit dem Lymphgefässsystem vermittelt wird. Die genauere Kenntniss der einschlägigen Verhältnisse verdanken wir vor Allem den umfassenden, vergleichend anatomischen Untersuchungen *Hasse's*.

Der *Aquaeductus vestibuli* (*Ductus endolymphaticus*) geht in der oben (Seite 613) beschriebenen Weise aus den Vorhofssäckchen hervor, durchzieht als einfache, kurze Röhre den für ihn bestimmten, knöchernen Kanal des Felsenbeines und erweitert sich, aus diesem ausgetreten, zu einem flachen, blind abgeschlossenen Sack (*Saccus endolymphaticus*). Dieser liegt an der hinteren Fläche des Schläfebeines, in dem Gewebe der Dura mater eingeschlossen; er war bereits vor 100 Jahren von *Cotugno* entdeckt worden, gerieth aber wieder in Vergessenheit und wurde neuerdings durch *Zuckerkandl* am erwachsenen Menschen demonstrirt. Nach den Untersuchungen *Rüdinger's* besteht der häutige Aquaeductus vestibuli aus einer dünnen Bindegewebshülle, welcher innen eine Lage platter, polygonaler Zellen aufliegt.

Der *Aquaeductus cochleae* (*Ductus perilymphaticus*) nimmt seinen Ursprung aus der Paukentreppe der Schnecke, nahe dem blinden, unteren Ende derselben; er zieht durch den für ihn bestimmten Knochenkanal an die untere Fläche des Schläfebeines und übergeht,

nach *Hasse's* Untersuchungen, in ein die Vena jugularis begleitendes Lymphgefäss, während er andererseits wahrscheinlich durch Vermittlung einer Ausstülpung der Arachnoidea, welche die aus den knöchernen Bogengängen und dem Foramen jugulare austretenden Nerven umscheidet, in den Subarachnoidealraum sich öffnet. Die Perilymphe würde somit aus dem Vorhof in die Scala vestibuli der Schnecke, aus dieser durch das Helicotrema in die Scala tympani ihren Weg finden und aus der letzteren in den Aquaeductus cochleae abfliessen können. Ob ausserdem noch Abzugswege der Perilymphe, etwa durch den Knochenkanal des Aquaeductus vestibuli oder durch den Meatus acusticus internus, gegen den Subarachnoidealraum hin, vorkommen, ist noch nicht festgestellt.

2) Mittlere Sphäre des Gehörapparates.

Die Trommelhöhle. Die knöcherne Wandung der Trommelhöhle ist von einem dünnen, ziemlich gefässreichen Periost überzogen, welches sich allenthalben den verschiedenen Vertiefungen und Erhabenheiten des Knochens anschmiegt. Ausserdem besitzt die Trommelhöhle nur noch eine dünne Schleimhaut als innere Auskleidung. Diese ist an vielen Stellen, namentlich wo die knöcherne Wandung glatt ist, ganz untrennbar mit dem Periost verschmolzen; an anderen Stellen hebt sie sich theilweise von demselben ab, indem sie die vielen kleinen Grübchen und Furchen des Knochens überbrückt, andererseits aber auch sich gekröseartig auf die in der Trommelhöhle enthaltenen, knöchernen und sehnigen Gebilde hinüberschlägt. Dadurch kommt es zur Bildung einer Reihe theils constanter, theils inconstanter Schleimhautfalten, welche frei in dem Raum der Trommelhöhle ausgespannt sind und unter Anderem zur Entstehung der sogen. *Trommelfelltaschen* Veranlassung geben. Das Gewebe der Trommelhöhlenschleimhaut besteht aus einem lockeren Geflecht äusserst zarter Bindegewebsbündel, welches stellenweise durch stärkere, fast sehnenähnliche Faserzüge gestützt wird. Die durchaus glatte Oberfläche der Schleimhaut besitzt ein einschichtiges Epithel, welches aus cubischen, gegen die Tuba *Eustachii* hin in die Cylinderform übergehenden Zellen zusammengesetzt ist. Dass an dem Epithel der Paukenhöhle Flimmerhaare vorkommen, lässt sich leicht constatiren, jedoch sind die Angaben über die Ausdehnung der flimmernden Region sehr verschieden. Sicher scheint zu sein, dass im Be-

reiche der Gehörknöchelchen und des Trommelfelles die Flimmerhaare fehlen, während sie gegen den Eingang der Ohrtrompete und an der ganzen unteren Wand der Trommelhöhle constant zu finden sind. Das Vorkommen von schlauchförmigen Drüsen, wie sie von *Wendt* beschrieben werden, ist wohl nur ein ausnahmsweises. An den von mir untersuchten menschlichen Objekten waren sie niemals nachzuweisen.

Erwähnung verdienen eigenthümliche, von *Politzer* entdeckte und auch von *Kessel* ausführlich beschriebene Gebilde, welche in variabler Zahl, besonders in den hinteren Abschnitten der Trommelhöhle und in den Räumen des Warzenfortsatzes gefunden werden. Es sind daselbst gewöhnlich mehrfach verästigte Bindegewebsbälkchen zwischen benachbarten Erhabenheiten der Wandungen ausgespannt, und an diesen zeigen sich mitunter eine oder mehrere, rundliche oder birnförmige, scharf begrenzte Anschwellungen, durch deren Axe der Bindegewebsstrang unverändert hindurchzieht. Diese Gebilde zeigen nicht selten Andeutungen von Schichtenbildung und sind, so wie die Bindegewebsbälkchen mit Epithel überzogen. Ihre Bedeutung ist noch nicht ganz sichergestellt; es ist jedoch nach den von *Wendt* gebrachten Aufklärungen nicht unwahrscheinlich, dass sie geschrumpfte Reste jener gallertigen Substanz sind, welche im embryonalen Zustande die Trommelhöhle erfüllt.

Die Schleimhaut der Trommelhöhle setzt sich, ohne wesentliche Aenderung ihrer geweblichen Eigenschaften, continuirlich in die pneumatischen Hohlräume des Warzenfortsatzes fort, stellt aber daselbst, innig mit dem Periost verschmolzen, nur ein äusserst zartes, dünnes Häutchen dar.

Die Ohrtrompete (Tuba Eustachii) besitzt bekanntlich in ihrem hinteren (zugleich lateralen) Abschnitte eine knöcherne, in ihrem vorderen (zugleich medialen) Abschnitte eine knorpelige Stütze. Die erstere, durch die untere Etage des Canalis musculo-tubarius des Felsenbeines hergestellt, endet gegen den Knorpel der Tube zu mit einem zackigen Rande und ist mit dem letzteren durch ein derbfaseriges Bindegewebe fest verbunden. Der Knorpel der Tube nimmt nicht die ganze Circumferenz des Rohres ein, sondern lässt die untere und den grössten Theil der lateralen Wand desselben frei. Er stellt somit eine rinnenförmige, gegen das Ostium pharyngeum an Mächtigkeit zunehmende Platte dar, welche fast die ganze mediale Wand der Tube bedeckt und sich über die obere Wand noch auf

den obersten Theil der lateralen Wand herüberschlägt. An diesem umgekrämpten, freien Rand des Tubenknorpels nimmt der Musculus tensor veli palatini einen seiner Ursprünge, und zwar theils durch Muskelfasern, welche direkt an dem Perichondrium haften, theils aber durch eine platte Sehne, welche weiterhin die knorpelfreie, laterale Wand der Tube bedeckt. Der durch *Rüdinger* eingeführte Name *Musculus dilatator tubae* bezieht sich auf diesen Muskelursprung, der sich übrigens auf das pharyngeale Endstück der Tube nicht mehr erstreckt.

Die *histologischen Verhältnisse* des Tubenknorpels sind in mancher Richtung interessant, jedoch noch kaum in zutreffender Weise beschrieben worden. Eine seiner Eigenthümlichkeiten besteht darin, dass er in den hintersten, dem Schläfebein nächsten Parthien das Aussehen eines wahren hyalinen Knorpels zeigt, dann aber mehr und mehr elastische Elemente in seine Grundsubstanz aufnimmt und so in dem grössten Theile seiner Länge ganz ausgeprägt den Charakter des Netzknorpels erhält. Dieses Verhalten ist schon an älteren Embryonen erweislich, prägt sich aber mit dem fortschreitenden Wachsthum immer mehr aus. Eine zweite Eigenthümlichkeit betrifft die Qualität der Grundsubstanz und die damit zusammenhängende Anordnung der Zellen. Der hyaline Antheil des Tubenknorpels ist schon im Kindesalter, noch vielmehr bei Erwachsenen durch eine grosse Neigung zu faseriger Zerklüftung seiner Grundsubstanz ausgezeichnet (vergl. Seite 140). Da in den so veränderten Stellen die Knorpelzellen fast ganz fehlen, oder nur vereinzelt vorkommen, so ergibt sich eine ganz ungleichmässige Vertheilung der letzteren. — Wo der Uebergang des hyalinen Typus in den des Netzknorpels erfolgt, findet man in der Grundsubstanz, und zwar sowohl in dem homogenen als auch in dem zerklüfteten Theile derselben spärliche, verzweigte und in verschiedenen Richtungen sich überkreuzende, elastische Fäserchen eingelagert, welche bald an Zahl zunehmen und endlich den grösseren Theil der Grundsubstanz ausmachen; sie unterscheiden sich leicht von den durch Zerklüftung der hyalinen Substanz hervorgegangenen Fasern, da diese letzteren parallel geordnet, mitunter leicht wellig gebogen, unverzweigt und schwach lichtbrechend sind, ausserdem nach Zusatz von Natronlauge abblassen und durch kurzes Kochen in derselben völlig aufgelöst werden; die elastischen Fasern hingegen sind durch stärkeren Glanz, durch netzartige Anordnung und durch ihre Resistenz gegen Natron-

lauge ausgezeichnet. Wo der Charakter des Netzknorpels schon ganz ausgeprägt ist, begegnet man einer eigenartigen Vertheilung der Zellen und der elastischen Fasernetze. Es gibt da zahlreiche rundliche, durch ihre Undurchsichtigkeit schon bei schwacher Vergrösserung scharf hervortretende Inselchen, in welchen die Knorpelzellen sehr eng an einander gedrängt und von äusserst dichten. elastischen Netzen umgeben sind. Von der Peripherie dieser Inselchen strahlen nach allen Richtungen hin langgestreckte, weitmaschige, aber grobfaserige, elastische Netze aus, innerhalb deren die hyaline oder zerklüftete Grundsubstanz und nur sehr spärliche Knorpelzellen sichtbar werden. Diese helleren Parthien ziehen sich netzartig zwischen den früher erwähnten Inselchen hin. Diese letztere Anordnung findet sich bei neugeborenen Kindern noch nicht, wohl aber in späterem Kindesalter, und ganz deutlich ausgeprägt, ohne Ausnahme, bei erwachsenen Menschen. Auch die accessorischen, an wechselnden Stellen der Tubenwandung eingelagerten Knorpelplättchen lassen ein ähnliches Verhältniss erkennen.

Die Schleimhaut der Ohrtrompete übergeht nach rückwärts in die der Trommelhöhle, nach vorne in die des Nasen-Rachenraumes und verhält sich ihrem feineren Bau nach der letzteren ähnlich. Namentlich finden sich in der fibrillären Grundlage der Tunica propria an vielen Stellen mehr oder weniger scharf umschriebene, meist aber ganz flache Einlagerungen adenoiden Gewebes, welche *Gerlach* bei einem ½jährigen Kinde zu förmlichen Balgdrüsenformationen (*Tubentonsille*) entwickelt sah. Die Submucosa ist im Bereiche der Knorpelrinne ziemlich dünn und straff gewebt, in den übrigen Parthien der Tubenwandung jedoch locker und mit zahlreichen traubigen Schleimdrüschen und Fettgewebsläppchen durchsetzt. Das Epithel ist ein geschichtetes, flimmerndes Cylinderepithel, dessen tiefere Zellenlagen aber nahe dem Ostium tympanicum sich allmälig verlieren. Dadurch wird der Uebergang in das einschichtige Epithel der Trommelhöhle vermittelt.

Blutgefässe. Die mittlere Sphäre des Gehörapparates bezieht das arterielle Blut durch eine Anzahl kleiner Zweigchen, welche aus verschiedenen Aesten der Art. carotis externa, zum Theile selbst der Carotis interna entstammen, jedoch durch zahlreiche Anastomosen während ihrer Verzweigung ein zusammenhängendes Gefässnetz herstellen. Aus demselben wird ebensowohl die Schleimhaut, als die

angrenzenden Parthien des Periostes und Knochens versorgt. Die erstere besitzt in der Trommelhöhle ein weitmaschiges, auf grosse Strecken hin mit dem Perioste gemeinschaftliches Capillarnetz. In der Ohrtrompete ist ein ziemlich dichtes, oberflächliches Schleimhautnetz von den den Drüsen und dem Fettgewebe angehörenden, tieferen Capillarsystemen zu unterscheiden.

Lymphgefässe. Für die Trommelhöhle beschreibt *Kessel* ein System von Lymphgefässen, welche zumeist im Periost verlaufen und mit kugeligen Erweiterungen und seitlichen Ausbuchtungen versehen sein sollen. Andere Mittheilungen liegen darüber nicht vor. Ebenso fehlen genauere Angaben über die Lymphgefässe der Ohrtrompete.

Nerven. Der Plexus tympanicus, sowie die mit diesem in Zusammenhang stehenden Nerven der Ohrtrompete, führen theils markhaltige, theils marklose Fasern und sind an vielen Stellen mit kleineren und grösseren Gruppen von Ganglienzellen besetzt. Ihre Endigung in der Schleimhaut ist noch nicht bekannt.

3) Aeussere Sphäre des Gehörapparates.

Das Trommelfell. Seine Grundlage wird durch ein dünnes, fibröses Plättchen (Lamina propria) gebildet, welches mit dem verdickten Periost des Sulcus tympanicus (*Ringwulst*) in continuirlichem Zusammenhang steht. Die Elemente der Lamina propria sind ziemlich straffe, etwas abgeplattete, eigenthümlich glänzende, leimgebende Fibrillenbündel, welche, in spitzen Winkeln verflochten, eine Anzahl über einander geschichteter Lamellen herstellen. Die Hauptrichtung dieser Fasern geht in den nach aussen zu gelegenen Lamellen vom Rande des Trommelfelles gegen den Hammergriff hin, mit dessen Periost sie sich zum Theile verbinden; in den inneren (der Trommelhöhle näheren) Lamellen aber beschreiben die Bindegewebsbündel Kreistouren, parallel dem Annulus tympanicus. Dabei sind die circulären Faserzüge an der Peripherie viel reicher entwickelt, als in den centralen Theilen des Trommelfelles, ja in der nächsten Umgebung des unteren Endes des Hammergriffes fehlen sie gänzlich. In Folge der schiefen Durchflechtung der Bindegewebsfasern bleibt

zwischen diesen eine grosse Anzahl schmaler, langgestreckter Räume übrig, welche theils von einer formlosen Zwischensubstanz, theils von abgeplatteten Bindegewebszellen eingenommen werden.

Auf die Innenfläche der Lamina propria setzt sich die Schleimhaut der Trommelhöhle continuirlich fort. Die Aussenfläche ist mit einer dünnen, papillenlosen Cutislage, der Fortsetzung der Haut des äusseren Gehörganges, und mit einer, namentlich bei Kindern verhältnissmässig starken Epidermisschichte überkleidet. Sowohl Schleimhaut, als Cutis sind sehr fest mit der Lamina propria verbunden.

Mit Bezug auf die Befestigung des Hammers an dem Trommelfelle ist Folgendes zu bemerken. Der kurze Fortsatz, wie auch der Handgriff des Hammers, ist mit einer dünnen Knorpelschichte und ausserdem mit einer eigenen, fibrösen Membran überzogen; die letztere ist im Bereiche des kurzen Fortsatzes innig mit der Lamina propria verschmolzen. Der Hammergriff lagert mit seinen oberen Parthien zwischen Lamina propria und Schleimhaut, so dass das Gewebe der ersteren sich nur an seiner äusseren Seite festheftet; das spatelförmige, untere Ende aber senkt sich zwischen die Faserlagen der Propria ein, wird theils von ihnen umkreist und theils als Insertionspunkt benützt.

In jenem dreieckigen, oder halbmondförmigen Abschnitt des Trommelfelles, welcher über dem kurzen Fortsatz des Hammers gelegen ist und durch eine gewisse Schlaffheit sich kennzeichnet (*Membrana flaccida* der Autoren), fehlt die Lamina propria gänzlich, und es stösst daher an dieser Stelle die Cutislage unmittelbar an die Schleimhaut der Trommelhöhle.

Der äussere Gehörgang wird zum Theil durch Knochen, zum Theil durch Knorpel gestützt und erhält durch die eingebuchtete, äussere Haut seine Bekleidung. Der Knorpel zählt in die Reihe der Netzknorpel und ist im Allgemeinen durch sehr reichliche Entwicklung der elastischen Elemente ausgezeichnet; jedoch finden sich in ihm bei erwachsenen Personen ganz gewöhnlich grössere und kleinere Inseln, an denen das elastische Netzwerk vollkommen fehlt, hingegen die hyaline Grundsubstanz parallelfaserig zerklüftet erscheint. Diese Inseln sind stets sehr arm an Zellen und übergehen an ihrer Peripherie ganz allmälig in die typische Formation des Netzknorpels.

Die *Haut* des Gehörganges zeigt als bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit einen grossen Reichthum an Knäueldrüsen (hier *Ohrenschmalzdrüsen, Glandulae ceruminosae* genannt). Sie bilden im knorpeligen Theile eine fast ununterbrochene, zusammenhängende Lage, werden an der Grenze gegen den knöchernen Theil auffallend spärlicher und finden sich in diesem selbst nur mehr ganz vereinzelt, und auf die obere Wand beschränkt. Wie weit sie in ihren histologischen Verhältnissen von den gewöhnlichen Schweissdrüsen abweichen, ist bereits auf Seite 534 bemerkt worden.

Die Ohrmuschel. Ihr Skelet wird durch eine aus Netzknorpel geformte Platte hergestellt, welche continuirlich in den Knorpel des Gehörganges übergeht. Die an dem letzteren beschriebenen, zellenarmen Inseln finden sich an dem Knorpel der Ohrmurschel nur sehr selten, jedoch wechseln mitunter Parthien mit dichteren und spärlicheren elastischen Fasernetzen ab. Der Hautüberzug gibt zu keinen besonderen Bemerkungen Veranlassung.

Gefässe und Nerven zeigen in der äusseren Sphäre des Gehörapparates, mit Ausnahme des Trommelfelles, die für die äussere Haut im Allgemeinen gültige Anordnung.

Das *Trommelfell* bezieht sein Blut vorzugsweise durch ein aus der oberen Wand des Gehörganges herabsteigendes und neben dem Hammergriffe verlaufendes Arterienstämmchen, welches zahlreiche, kleine Nebenzweigchen abgibt und am Umbo nach einer, oder wiederholter, dichotomischer Theilung in feinste divergirende Gefässchen zerfällt. Die Verlaufsrichtung aller dieser arteriellen Endzweigchen ist eine ausgesprochen radiäre, ihr Vertheilungsgebiet vornehmlich die cutane Schichte des Trommelfelles; sie übergehen bald in ein Capillarnetz, welches sich dicht unter der Epidermis ausbreitet und an der Peripherie des Trommelfelles allenthalben mit dem Capillarsystem der Haut des äusseren Gehörganges in Zusammenhang steht. Die Venen sammeln sich zu einem einfachen oder doppelten, dem Hammergriff entlang laufenden Stämmchen und ausserdem in einem ringförmigen, am Rande des Trommelfelles gelegenen Geflechte. Beide Abflusswege ergiessen sich in das Hautvenennetz des äusseren Gehörganges. Die Schleimhautschichte des Trommelfelles besitzt ein ziemlich dichtes Capillarnetz, welches von den Gefässen der Paukenhöhle gespeist wird und mit dem Capillarsystem der Trommelhöhlenschleimhaut ein Continuum bildet. Die Gefässe der cutanen Schichte stehen mit

denen der Schleimhaut vielfach in Communication, theils durch feine, arterielle Endzweigchen, theils durch Capillaren, welche sich von der ersteren Schichte aus in die Lamina propria einsenken und dieselbe in schräger Richtung durchsetzen.

Lymphgefässe sind durch *Kessel* in allen drei Schichten des Trommelfelles nachgewiesen worden, namentlich als feines, capillares Netzwerk in der Cutislamelle und als mehr vereinzelte, verzweigte Röhren in der Schleimhautschichte.

Nerven des Trommelfelles. Mit dem beschriebenen arteriellen Stämmchen zieht ein starkes Bündel markhaltiger Fasern entlang dem Hammergriff bis in die Mitte des Trommelfelles, um sich analog der Arterienramification zu vertheilen. *Kessel* beschreibt zweierlei daraus hervorgehende, feinste Nervenplexus, einen, welcher sich unmittelbar unter der Epidermis ausbreitet und einen anderen, welcher dem Laufe der Blutgefässe folgt. In ähnlicher Weise soll die Schleimhautschichte einen subepithelialen und einen Gefässplexus erkennen lassen.

III. Der Geruchsapparat.

Das Vertheilungsgebiet des Riechnerven ist auf den oberen, verengten Theil des Nasenraumes beschränkt; nur hier trägt auch die Schleimhaut ein specifisches Sinnesepithel, welches die Geruchsempfindung zu vermitteln befähiget ist. Es wird somit dieser Antheil des Nasenraumes mit Recht als der *Riechbezirk — Regio olfactoria* — von dem unteren, weiteren Theile — der *Regio respiratoria* — unterschieden. Doch ist der letztere, sowie auch die äussere Nase, eben weil sie zugleich dem Respirationtracte angehören und die Zuleitung der mit Riechstoffen beladenen Luft besorgen, von hervorragender Bedeutung für das Zustandekommen der Geruchsempfindung; sie stellen gleichsam einen durch ihre Oberflächengestaltung besonders wichtigen Vorbau für die Regio olfactoria dar. Die nachfolgende Beschreibung des Geruchsapparates kann sich auf die Schleimhaut des Nasenraumes beschränken, da das stützende Gerüste desselben — Knochen und hyaliner Knorpel — keine besonderen Eigenthümlichkeiten bieten.

Die Regio olfactoria. Sie fällt, wie erwähnt, in den obersten Bezirk des Nasenraumes; ihre untere Grenze ist, namentlich beim Menschen, noch nicht genau festgestellt. Während sie, älteren Angaben zufolge, die ganze obere und mittlere Nasenmuschel und den entsprechenden Theil der Nasenscheidewand einnehmen soll, beschränkt sie sich, nach den völlig vertrauenswürdigen Untersuchungen *M. Schultze's* und *Ecker's*, auf das Dach der Nasenhöhle, die obere Muschel und den entsprechenden Theil der Nasenscheidewand, ja wie *M. Schultze* an Kindesleichen ermittelt hat, bleibt der untere Rand der oberen Muschel schon von ihr ausgeschlossen, wohingegen sie vor dieser etwas weiter herabreicht. Die Schleimhaut dieser Gegend ist durch eine mattgelbe Farbe ausgezeichnet und ausserdem auffallend dicker und weicher, als wie in der Regio respiratoria: sehr bald nach dem Tode wird übrigens die Färbung unkenntlich, wie auch das Gewebe selbst sehr raschen, postmortalen Veränderungen unterworfen ist, so dass menschliche Objekte in den seltensten Fällen noch für die Untersuchung der feineren Texturverhältnisse verwendbar sind. Die Untersuchung wird am besten nach Behandlung mit dünnen Lösungen von Ueberosmiumsäure, oder nach Härtung in schwacher Chromsäure vorgenommen. Für das Studium der Riechzellen ist besonders der gefleckte Salamander und der Proteus anguineus zu empfehlen.

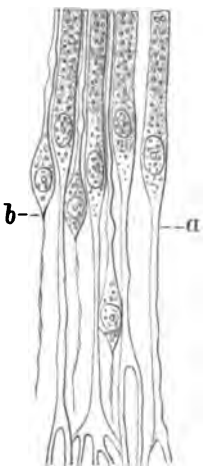
Die Grundlage der Schleimhaut wird durch ein fein fibrillirtes, zellenreiches Bindegewebe hergestellt, dessen Anordnung durch die reichlich eingelagerten Drüsen, Nerven und Gefässe bestimmt wird; eine submucöse Schichte ist nicht deutlich ausgesprochen, vielmehr übergeht das Schleimhautgewebe ohne scharfe Grenze in das unterliegende Periost. An vielen Stellen findet man Anhäufungen von Pigmentkörnchen, theils in Form von länglichen Streifen, welche den Nervenzweigchen anliegen, theils auch anderwärts in rundlichen oder unregelmässigen Gruppen.

Das Epithel erreicht eine Dicke von über 100 μ, ist aber nicht, wie man früher annahm, geschichtet, sondern besteht nur aus einer einfachen Lage sehr lang gestreckter Zellen. Seit den bahnbrechenden Untersuchungen *M. Schultze's* wissen wir, dass dieselben von zweierlei Art sind: Zellen von dem Charakter gewöhnlicher, cylindrischer *Epithelialzellen* und Zellen von spezifischer Gestalt und Bedeutung — die *Riechzellen* (Fig. 126).

Die Riechzellen sind schlanke, zarte Gebilde, an denen man einen Zellkörper und zwei nach entgegengesetzten Richtungen ab-

gehende Fortsätze unterscheiden kann. Der eine ist nach der freien Oberfläche (peripheriewärts), der andere gegen die Tunica propria der Schleimhaut (centralwärts) gewendet. Da nun bald der periphere, bald der centrale Fortsatz der längere ist, so kommen die Körper der Riechzellen nicht alle in gleiche Höhe des Epithelstratums zu liegen; der grossen Mehrzahl nach aber nehmen sie die tieferen und die mittleren Parthien desselben ein. Der Zellkörper erscheint durchwegs spindel- oder birnförmig, zart granulirt und trägt in seinem mittleren, breitesten Theile einen kugelrunden, hellen, matt contourirten Kern. Der periphere Fortsatz ist im Allgemeinen stäbchenförmig, doch ab und zu mit leichten Aufquellungen versehen, scharf contourirt und von ganz homogener Beschaffenheit. Bei vielen Thieren (namentlich Amphibien und Vögeln, nicht beim Menschen) trägt das freie Ende dieses Fortsatzes ein Büschel feinster Härchen, welche über die Oberfläche des Epithels vorragen. Der centrale Fortsatz ist äusserst zart und vergänglich und, je nach der Präparationsmethode, gleich den feinsten Nervenfibrillen, mit zahlreichen Varicositäten besetzt, oder auch ganz glatt. Er verläuft gerade und ungetheilt bis an den Grund des Epithelialstratums; dort aber begegnen die centralen Fortsätze der Riechzellen den letzten Ausstrahlungen des Nervus olfactorius, verflechten sich zum Theil mit diesen und entziehen sich der weiteren Beobachtung.

Fig. 126.



Zellen aus dem Sinnesepithel der Regio olfactoria des Menschen.

A Epithelialzellen, B Riechzellen. (Nach M. Schultze.) Vergr. ungefähr 500fach.

Die indifferenten *Epithelialzellen* erscheinen in Form langgestreckter Cylinder mit äusserst fein granulirtem Zellleib und ellipsoidischem Kern. In der Nähe des letzteren übergeht die Zelle in einen schmalen, dünnen, ganz blassen, centralwärts gerichteten Fortsatz, dessen unteres Ende sich etwas verbreitert und in eine Anzahl dünner Fasern zerfährt, mittelst welcher die Zelle an der bindegewebigen Grundlage festhaftet. Diese verbreiterten Enden der Zellen enthalten häufig einen braunen, theils körnigen, theils diffusen Farbstoff.

Beide Zellenarten sind im ganzen Bereiche der Regio olfactoria

derart vertheilt, dass im Umkreise einer jeden Epithelialzelle etwa 6—8 Riechzellen ihren Platz finden und der zwischen den letzteren bleibende Raum vollständig von den ersteren ausgefüllt wird. Dabei sind beiderlei Zellenarten so innig an einander gelagert, dass namentlich an dem breiteren Theil der Epithelialzellen feine Längsfurchen erkennbar werden, welche die peripheren Fortsätze der Riechzellen in sich aufnehmen.

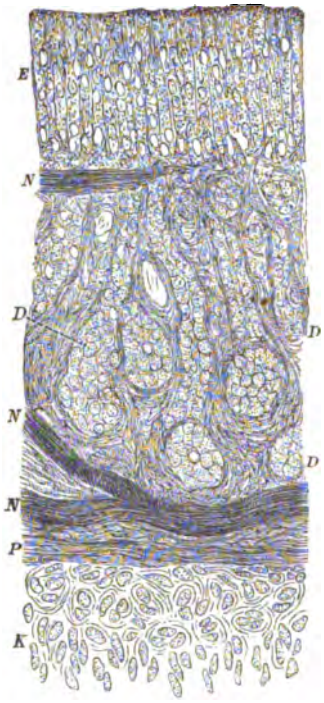
Die Oberfläche des Riechepithels ist mit einem zarten Häutchen bedeckt, welches von seinem Entdecker, *v. Brunn,* als *Membrana limitans olfactoria* bezeichnet und der Membrana limitans externa der Netzhaut an die Seite gestellt worden ist. Sie macht, wie der genannte Autor hervorhebt, den Eindruck eines dünnen, über der Schleimhaut ausgebreiteten, erstarrten Gusses, indem sie an der freien Fläche vollkommen eben erscheint, mit ihrer inneren Fläche aber die abgerundeten Enden der Epithelialzellen überwölbt und daher mit einem rundlichen Netzwerk zarter Leistchen versehen ist. Die peripheren Fortsätze der Riechzellen durchbohren die Membran und enden unbedeckt, im Niveau der freien Fläche derselben.

Die *Bündel des Riechnerven,* welche die Löcher der Siebplatte durchbrechen, bestehen ausschliesslich aus marklosen, mit einer kernhaltigen *Schwann'schen* Scheide versehenen Fasern. Sie verästigen sich zunächst in den tieferen Schichten der Schleimhaut und senden in ununterbrochener Folge feine Zweigchen nach der Oberfläche hin. In diesen zerfallen die Axencylinder in zahlreiche feinste, varicöse Fibrillen, welche bis an die Grenze des Epithels aufsteigen und sich zwischen den centralen Fortsätzen der Riechzellen verlieren. Ob ein unmittelbarer Zusammenhang der Nervenfibrillen mit den Riechzellen besteht, konnte noch nicht sichergestellt werden, doch sprechen sich seit *M. Schultze* die meisten Autoren für die Wahrscheinlichkeit eines solchen aus. Während man aber fast allgemein den indifferenten Epithelialzellen eine direkte Beziehung zu den Fasern des Riechnerven abspricht, glaubt *Exner* für beiderlei Zellenarten dasselbe Verhalten zum Riechnerven nachgewiesen zu haben. Dieser Forscher vertritt die Ansicht, dass Riechzellen und Epithelialzellen keineswegs ganz differente Gebilde seien, sondern dass sich zahlreiche Zwischenformen finden, welche eine geschlossene Uebergangsreihe zwischen den beiden typischen Formen herstellen. Am Grunde des Epithelstratums kommt nun nach *Exner* ein grossmaschiges Netzwerk von protoplasmaähnlicher Substanz vor, in welches sich die Fortsätze der

Epithelialzellen, gleichmässig wie die der Riechzellen, auflösen, und in welches auch die Fibrillen des Riechnerven übergehen.

Die Drüsen der Regio olfactoria (Fig. 127) sind unter dem Namen der *Bowman'schen Drüsen* bekannt. In grosser Zahl an einander gereiht, nehmen sie fast die ganze Dicke der Schleimhaut ein, und erscheinen bei den meisten Thieren in Gestalt einfacher, theils gerader, theils verschiedentlich gewundener Schläuche, deren unterer Abschnitt gewöhnlich etwas verbreitert ist. Die Drüsenzellen sind theils rundlich, theils unregelmässig vieleckig und lassen neben zahlreichen, gröberen und feineren, blassen Körnchen häufig auch eine leichte Pigmentirung erkennen. Beim Menschen ist die Gestalt der Drüsen etwas abweichend, insoferne, als sich gewöhnlich mehrere Drüsenschläuche zu einem gemeinschaftlichen Ausführungsgang vereinigen, und nicht selten auch seitliche, wie Acini aussehende Ausbuchtungen der Schläuche vorkommen. Doch ist es nicht gerechtfertigt, sie desshalb den acinösen Drüsen zuzuzählen, da niemals dendritisch verzweigte Drüsengänge beobachtet werden. Ueberdiess sind die Secretionszellen der *Bowman'schen* Drüsen beim Menschen stets deutlich cylindrisch.

Fig. 127.



Senkrechter Durchschnitt durch die Riechschleimhaut der Katze. (Nach Härtung in Chromsäure.)
E Epithelialschichte.
N Nervenfaserbündel.
D Bowman'sche Drüsen.
P Perichondrium.
K Knorpel der Nasenscheidewand.
(Hartnack, Object. VIII. Ocul. 2.)

Die Regio respiratoria. In ihrem Bereiche ist die Schleimhaut im Wesentlichen durch die Beschaffenheit des Epithels, durch die Form der eingelagerten Drüsen und selbstverständlich durch das Fehlen der Riechnervenverzweigung ausgezeichnet.

Das Epithel ist ein geschichtetes Flimmerepithel und ganz ähnlich dem der Luftröhre beschaffen; der Flimmerstrom ist an allen Stellen gegen die Choanen hin gerichtet. Bemerkenswerth ist, dass die Grenze des Flimmerepithels gegen das Sinnesepithel keine

ganz constante ist, ja dass nach den Beobachtungen *M. Schultze's* nicht selten innerhalb des Riechbezirkes einzelne Inseln von Flimmerepithel sich finden, während andererseits das Sinnesepithel sich an manchen Stellen noch eine Strecke weit zwischen das flimmernde Epithel hineinerstrecken kann. Niemals aber kommen in diesen flimmernden Inseln selbst Riechzellen vor. Die zahlreichen *Drüschen* der Regio respiratoria sind nach dem acinösen Typus gebaut, ihrem feineren Bau nach den serösen Drüsen an die Seite zu stellen (vgl. Seite 360 und 390).

Das Vestibulum nasi, d. h. der Raum, welcher von dem knorpeligen Theile der äusseren Nase umschlossen wird, zeigt mit Bezug auf die Beschaffenheit seiner Schleimhaut von dem eigentlichen Nasenraum abweichende Verhältnisse. Dieselbe ist in ihrem bindegewebigen Theile straffer gewebt, mit gefässführenden Papillen versehen und entbehrt der acinösen Drüschen vollständig. Sie ist mit einem geschichteten Pflasterepithel bedeckt, dessen Grenze nach rückwärts zu um ein Weniges hinter die Apertura pyriformis fällt, so jedoch, dass das vorderste Ende der unteren Muschel und der Anfangstheil des unteren Nasenganges noch mit dem geschichteten Pflasterepithel versehen sind (*Ecker*). Im Naseneingang erfolgt der völlige Uebergang der Schleimhaut in die äussere Haut, indem daselbst die obersten Zellenlagen des Epithels verhornt sind und bereits Haare (*Vibrissae*) mit Talgdrüsen auftreten.

Die Nebenhöhlen des Nasenraumes sind durchwegs mit einer Schleimhaut bekleidet, welche genetisch als Ausstülpung der Schleimhaut der Regio respiratoria betrachtet werden kann und auch dem Bau nach im Wesentlichen mit dieser übereinstimmt. In allen diesen Nebenhöhlen ist jedoch die Schleimhaut untrennbar mit dem Periost verschmolzen, beide zusammen erreichen noch lange nicht die Dicke der Nasenschleimhaut. Das Epithel besteht aus einer einfachen Lage cylindrischer, flimmernder Zellen, die Richtung der Flimmerbewegung geht gegen die Communicationsöffnung mit der Nasenhöhle hin. Traubige Drüschen kommen nur an ganz beschränkten Stellen der Highmorshöhle und der Keilbeinhöhlen vor.

Blutgefässe. In dem Bereiche des Nasenraumes findet sich allenthalben in den obersten Schichten der Schleimhaut ein engmaschiges Capillarnetz, dessen zuführende Arterienzweigchen durch die tieferen Schichten verlaufen und unter einander anastomosiren.

Die ableitenden Venen treten zur Bildung sehr starker, theils in der Tunica propria, theils in dem submucösen Bindegewebe gelegener Plexus zusammen, deren Füllungsgrad von erheblichem Einfluss für die Dicke der ganzen Schleimhaut wird. Am meisten entwickelt sind diese Venengeflechte an der convexen Seite der unteren Nasenmuschel und insbesondere an dem hinteren Ende derselben; sie nehmen hier in ausgeprägter Weise den Charakter eines Schwellnetzes an. — In den Nebenhöhlen der Nase sind die Blutgefässe spärlicher, namentlich erlangen die venösen Netze niemals eine starke Entwicklung.

Lymphgefässe. Sie sind in Gestalt grobmaschiger Netzwerke in den tieferen Schichten der Nasenschleimhaut nachweisbar und sammeln sich in der Nähe der Choanen zu grösseren Stämmchen, welche gegen die tieferen Nackendrüsen hin ihren Abfluss finden. Nach *Key* und *Retzius* können die Lymphgefässe der Nase von dem Subarachnoidealraum her injicirt werden und stehen in ausgiebiger Weise mit den Saftlücken der Schleimhaut im Zusammenhang.

Nerven. Die sensiblen Zweige des Trigeminus breiten sich mit zahlreichen Bündeln markhaltiger Fasern in der Schleimhaut aus und bilden daselbst weitmaschige Geflechte; sie sind auch, wenngleich nur spärlich, in der Regio olfactoria nachweisbar. Ihre letzte Endigung konnte bisher nicht ermittelt werden.

Sach-Register.

(Die Zahlen bedeuten die Seitenzahlen.)

A.

Acini 328, 389.
Acusticuskern, innerer, äusserer, vorderer 210.
Adventitia capillaris 265.
Alveolen 290, 296, 328, 424.
Alveolengänge 425.
„ Muskeln derselben 430.
Alveolenseptum 430.
Ammonshorn, Rinde desselben 206.
Ammonshornformation 204.
Ampulle des Samenleiters 478.
„ des Eileiters 497.
„ Lieberkühn'sche 388.
Aponeurosen 128.
Apparat, der uropoëtische 434.
Apposition 146.
Aquaeductus cochleae 628.
„ vestibuli 628.
Arachnoidea 215.
Arachnoidealraum 213.
Arcus palatoglossus 337.
„ tarseus 608.
Arteria audit. int. 627.
Arteriae bronchiales 431.
„ ciliares 592.
„ ciliar. anticae 594.
„ cil. post. brev. 594.
„ „ „ long. 594.
Arteria central. retinae 591.
Arteria hyaloidea 585, 592.
„ interlobular. 448.
„ pulmon. 431.
„ umbilical. 254.
Arterien 239, 245.
Arteriolae rectae 449.
Associationssysteme 199.
„ Schaltzellen derselben 205.
Athmungsapparat 419.
Augapfel 545.
Augapfel, Blutgefässe desselben 591.
„ Lymphbahnen „ 588.
„ Nerven „ 600.
Ausführungsgänge 393, 394.
Axencylinder 90, 93.
„ nackte 98.
Axencylinderfortsätze 102, 194.
Axenfaser 577.

B.

Balken 199.
Band, Poupart'sches 513.
Bänder, fibröse 129.
„ elastische 129.
Basalsaum 61, 376.
Bauchfell 417.
„ Blutgefässe desselben 418.
„ Lymphgefässe „ 419.
„ Nerven „ 419.
Becherzellen 13, 61, 320, 378.
Begattungswerkzeuge 463.

Belegzellen 371.
Bewegung, amöboide 19, 20, 38.
Bindegewebe 118, 120.
„ embryonales 132.
„ endoneurales 219.
„ epineurales, 219.
„ episklerales 550.
„ fibrilläres 120, 294.
„ fibröses und gemeines 125.
„ formloses und geformtes 125.
„ formloses 130.
„ gallertartiges 132.
„ interfasciculäres 126, 128.
„ interlobulares 415.
„ intralobulares 415.
„ interstitielles 327, 447.
„ reticuläres 68, 120, 133.
„ subcutanes 508, 513.
„ submucöses 315, 336, 358.
„ subseröses 418.
Bindegewebsformationen, hautartige 129.
Bindegewebsfibrillen 106.
Bindegewebsknorpel 150.
Bindegewebsspalten 120.
Bindegewebszellen, fixe 121.
Bindehaut, tarsale 603.
Bindesubstanz, spongiöse 580.
Bindesubstanzgewebe 119.
Bindesubstanzzellen 66, 289, 549.
Blastem 26.
Blutcapillaren 260.
Blutfarbstoff 44, 52.
Blutgefässsystem 239, 333.
Blutzellen farbige 44.
„ „ Form derselben 44.
„ „ Grösse „ 46.
„ „ Farbe „ 48.
„ „ feinerer Bau „ 51.
„ „ Herkunft „ 55.
„ „ Veränderungen „ 50.
„ „ Zahl „ 48.
„ farblose 38.
Bogengänge, häutige 612, 613.
Bronchien interlobulare 424.
„ lobulare 424, 428.
Bronchi 419.
Brustwarze 542.
Bursae mucosae subcutaneae 513.

C.

Canalis Petiti 590.
„ reuniens 613.
Capillargefässe 260, 270, 239.
Capillargefässe, Entwicklung der 265.
Cardialdrüsen 365.
Carotisdrüse 270, 271.
Cement 341, 347.
Centralkanal 190.
Centralnervensystem, Stützgewebe desselben 135.
Centralorgane des Nervensystemes 187.
Cerebrospinalflüssigkeit 213.
Cervix uteri 503.
Chondrigen 106.
Chondrin 108.
Chondroblasten 113.
Chorda dorsalis 147.
Choriocapillaris 559.
Chorioidea 558.
Chyluskörperchen 38.
Ciliarmuskel, Nerven desselben 600.
Cilien 606.
Circumanaldrüsen 533.
Clitoris 463, 466, 506.
Colloid 433.
Commissur 190.
Commissurenblatt 190.
Commissurenfasern 201.
Coni vascul. Halleri 477.
Conjunctiva 603.
„ bulbi 604.
„ palpebral. 603, 607.
„ Uebergangstheil 604.
Corium 508.
Cornea 552.
„ Endothel 558.
„ Epithel 556.
„ hintere Basalmembran 557.
„ vordere „ 557.
„ Substanz. propr. 552.
Corpus cavernosum 483.
„ „ dessen Blutbahnen 484.
„ ciliare, 558, 561.
„ Highmori 470, 471, 476.
„ luteum 489, 495.
Cortex corticis 440.
Crista acustica 614.
Cumulus ovigerus 494.
Cuticularbildungen 32, 112, 113.

Cutis 507.
Cutisleistchen 509.
Cylinderepithelium, geschichtetes 323.
Cysterna lymph. magn. 278.
Cytode 34.
Cytoplasma 8.

D.

Dachkern 210.
Darm 373.
„ Blutgefässe desselben 384.
„ Lymphgefässe „ 386.
„ Nerven „ 388.
Darmdrüsenblatt 57.
Darmzotten 375.
Deckknochen 172.
Deckzellen 362, 620.
Dentin 111, 341, 343.
Diapedesis 46.
Disc's, Bowman'sche 79.
Discus proligerus 494.
Disdiaklasten 79.
Dotter 487.
Dotterhaut 488.
Drüsen 316, 325, 359, 379.
„ acinöse 327, 328.
„ Bartholini'sche 329, 463, 466. 506.
„ Bowman'sche 640.
„ Cowper'sche 329, 463, 466, 467, 483.
„ einzellige 330.
„ Henle'sche 604.
„ Krause'sche 604.
„ Lieberkühn'sche 328, 379, 380, 381, 382, 383, 385, 386, 388.
„ Littre'sche 330, 456, 458.
„ Lymphgefässe derselben 334.
„ Manz'sche 604.
„ Meibom'sche 530, 606, 607, 610.
„ Moll'sche 533, 607.
„ Montgomery'sche 542.
„ Nerven derselben 334.
„ Nuhn'sche 360.
„ prostatische 463, 480.
„ seröse 360, 390.
„ tubulöse 327.
„ Tyson'sche 530.
Drüsenformationen 326, 327.
Drüsengänge 63, 393, 394.
Drüsenzellen 57, 62, 331, 481.
Ductus Bartholin. 394.
„ Botalli 255.
„ cochlearis 616.
„ ejaculatorii 463, 479.
„ papillares 437.
„ Stenonian. 394.
„ Warthonian. 394.
„ Wirsung. 394.
Dura mater spinal. 215.
„ „ Nerven der 215.

E.

Ei 463, 487.
Eiballen 492.
Eierstock 463, 466, 489.
„ Blutgefässe desselben 496.
„ Lymphgefässe „ 496.
„ Nerven „ 497.
„ Epithel „ 491.
„ Follikel „ 484.
„ Stroma „ 489.
Eiketten 492.
Eileiter 466, 497.
„ Blutgefässe desselben 498.
„ Lymphgefässe „ 499.
„ Muskeln „ 498.
„ Nerven „ 499.
„ Schleimhaut „ 497.
Eiterzellen 30.
Elementarorganismus 7.
Elementartheil 1.
Elemente, elastische 255.
Endkapseln 238.
Endknöpfchen 233, 325.
Endkolben 230, 233, 238, 340.
Endocardium 241, 242.
Endoneurium 217.
Endosteum 162.
Endothelzellen 69.
Endothel 246.
Endplatten 226.
Endscheiben 83.
Entoderma 314.
Ependymfaden, centraler 190, 197.
Epicerebralraum 214.
Epidermis 507, 513.
Epineurium 217.
Epiphysenfugenknorpel 172.
Epithelialzellen 57.

Epithelium 57, 314, 318, 336, 368, 376, 430.
„ einschichtiges 319.
„ mehrschichtiges 320.
„ Verhornung desselben 61.
Epoophoron 466, 497.
Ersatzzellen 62.

F.

Fadenapparat 577.
Fäden, Purkinje'sche 243.
Falten, Kerkring'sche 376.
Fascia linguae 358.
Fascien 129, 181.
Faserhaut 428.
Faserknorpel 150.
Faserkörbe 581.
Fasern, elastische 109.
„ Remak'sche 98, 99, 224, 417.
„ Sharpey'sche 160.
„ umspinnende 103.
Felder, Cohnheim'sche 80.
Fettgewebe 70, 119.
„ Merkmale desselben 176.
Fettgewebsläppchen 178.
„ Blutgefässsystem der 178.
„ Lymphgefässe „ 180.
„ Nerven „ 180.
Fettgewebssystem 176.
Fettgewebszellen 70, 178.
Fettzellen 68, 131.
„ seröse 72.
Figur, karyolytische 28.
Fleischtheilchen 78.
Flimmerbewegung 24.
Flimmercilien 24.
Flimmerepithel 324.
Flimmerhaare 24.
Follikel 374.
„ Graaf'sche 493, 494, 495.
„ solit. 381.
Foramina papillaria 437.
Fovea centralis 581.
Frenulum glandis 505.
„ linguae 337.
Furchungskugeln 27.
Furchungsprocess 27.
Fusszellen 60, 557.

G.

Gallencapillaren 404.
Gallengänge, interlobulare 404, 411.
Gallengänge, intralobulare 404.
Gallengangdrüsen 413.
Gang, Wolff'scher 464.
„ Müller'scher 464, 465.
Ganglien 188, 198, 221.
Ganglienzellen 100, 193.
„ apolare 102.
„ unipolare 102.
„ bipolare 102.
„ multipol. 102.
„ Fortsätze der 101.
Ganglion Gasseri 100.
„ spirale 625.
Gefässknäuel, Malpighi'sche 334.
Gefässpapillen 508.
Gefässsystem, plasmatisches 289.
„ intermediäres 289.
Gefüge, spongiöses 151.
Gehirn 198.
„ bindegewebige Stützsubstanz desselben 202.
„ Blutgefässe desselben 216.
„ Hüllen desselben 213.
„ Lymphgefässe desselb. 217.
„ Ependym der Ventrikel 203.
Gehirnhemisphären, Rinde der 198.
„ weisse Substanz der 199.
Gehirnsand 213.
Gehörapparat 64.
Gehörgang, äusserer 636.
Gehörstäbchen 620.
Gehörzähne 619.
Gelenknervenkörperchen 234.
Gelenksbänder 128.
Generatio aequivoca 26.
Geruchsapparat 636.
Geschmacksknospen 356, 362.
Geschmacksporus 363.
Geschmackszellen 362.
Geschlechtsapparat 463.
Geschlechtsdrüsen 463.
Geschlechtswall 464.
Gewebe 3.
„ adenoides 41, 119, 289, 294, 309, 317, 357, 381.
„ „ Blutgefässe desselb. 291.
„ osteogenes 168.
Gewebsspalten, Ludwig'sche 287, 288.
Glandulae, lenticulares 368.
Glandula Parotis 389, 392, 395.
„ prostatica 480.
„ sublingualis 389, 391, 396.

Glandula submaxill. 389, 390, 392, 396.
Glandulae utriculares 500.
Glans clitoridis 505.
„ penis 487.
Glashaut 112, 558, 614.
Glaskörper 585.
Glomeruli Malpighiani 444.
Glomeruli olfactorii 206.
Glutin 108.
Granulationsgewebe 133.
Grosshirnganglien 199, 207.
Grosshirnrinde 203.
Grundlamellen 158.
Grundmembranen 82, 112, 148.
Grundsubstanzen 105.

H.

Haar 518.
„ Entstehung, Wachsthum und Wechsel der 527.
„ Glashaut der 524.
„ balg 518, 523, 536.
„ balgdrüsen 529.
„ kolben 528.
„ knopf 519, 521.
„ oberhäutchen 520, 522.
„ papille 519, 525.
„ schaft 520.
„ stengel 529.
„ wurzel 518, 521.
„ zellen 622, 623.
„ zwiebel 519.
Haematin 53.
Haematoidin 53.
Haemin 53.
Haeminprobe 54.
Haemoglobin 44, 52.
Halbmonde 391.
Harnblase 434, 453.
„ Schleimhaut der 453.
„ Muskeln der 453.
„ Gefässe der 455.
„ Nerven der, 455.
Harnkanälchen 435.
Harnleiter 434.
Harnröhre 434, 456.
„ Epithel der 457.
„ Muskeln der 458.
„ Blutgefässe der 458.
„ Lymphgefässe der 459.
Hauptzellen 371.
Haut, die äussere 506, 507.
„ Blutgefässe der 534.
„ Lymphgefässe der 536.
„ Nerven der 537.
Helicotrema 618.
Herz 87, 239, 241.
„ Blutgefässe desselben 244.
„ Klappenapparate „ 241. 243.
„ Lymphgefässe „ 244.
„ Muskelelemente „ 241.
„ Nerven „ 244.
Herzen, gefässlose 244.
Hilus 333.
Hilusstroma 295, 490.
Hinterhauptslappen 205.
Hinterhorn 190.
Hirnhäute 129.
Hirnnerven, Ursprungsgebiet der 207.
Histologie 1.
Hoden 463, 465, 469.
„ Blutgefässe 476.
„ Lymphgefässe 476.
„ Nerven 477.
Hodensack 466.
Höhlengrau, centrales 198, 200.
Hörhaar 615.
Hornblatt 57.
Hornhaut, 552.
„ Zellen, fixe der 556.
„ Nerven der 601.
Hörzellen 615.
Hügel, Doyère'scher 226.
Hydatide, ungestielte 465, 480.
„ gestielte 466, 480.
Hymen 505.
Hypophysis cerebri 212.

I.

Infundibulum 425.
Innenhaut, elastische 248.
Innenkolben 236.
Inoblasten 113.
Inscriptiones tendineae 184.
Intercellularsubstanzen 3, 104, 106.
„ gallertige 105.
Interglobularräume 343.
Intervertebralganglien 223.
Iris 564.
„ Farbe der, 566.
„ Faserlage der 564.

Iris, Fortsätze der 566.
„ Nerven der 601.
„ Pigmentlage der 564, 565.
Iriswinkel 566.
Isolationszellen 615.

K.

Kanal, Cloquet'scher 585.
„ Havers'scher 153, 155, 156, 157, 158, 163, 164, 165, 172, 348.
„ Petit'scher 599.
„ Gartner'scher 466.
„ Schlemm'scher 552, 562, 567, 597, 598, 599.
Kapsel, Bowman'sche, 444, 445, 446.
„ Tenon'sche, 550, 559.
Kehlkopf 420.
„ Blutgefässe desselben 421.
„ Lymphgefässe „ 422.
„ Nerven „ 422.
Keilstrang 189.
Keimbläschen 27, 488.
Keimepithel 464, 489, 491.
Keimfleck 488.
Keimnetz 475.
Keimzellen 36.
Keratin 61.
Kern, centraler grauer 190.
Kernkörperchen 10.
Kernsaft 9.
Kernzone 587.
Kieferwall 348.
Kittsubstanz 58, 112.
Klappe, Bauhin'sche 384.
Klappenapparat 239.
Kleinhirn, graue Subst. desselb. 201.
Kleinhirnrinde 211.
Knäueldrüsen 532.
Knochen 118, 152.
„ Blutgefässe der 163.
„ Nerven der 164.
„ Entstehung und Wachsthum der 165.
„ Zwischensubstanz der 110.
„ anlage, perichondrale 168.
„ bildung, intermembranöse 173.
„ calcinirter 111.
„ kanälchen 153.
„ knorpel 111.
„ knorpelig präformirte 166.
Knochenkörperchen 153.
„ lamellen 153.
„ zellen 153.
Knochenmark 42, 142, 152, 161.
„ „ gelbes 43, 161.
„ „ gelatinöses 161.
„ „ rothes 42, 161.
„ „ fötales 171.
„ „ Blutgefässe desselben 171.
Knorpel 118, 136, 427.
„ der elastische 148.
„ Entwicklung und Wachsthum desselben 144.
„ Grundsubstanz desselben 140.
„ hyaliner 137.
„ kapseln 139.
„ mark 142.
„ der Ohrtrompete 631.
„ permanente und transitor. 138.
„ Santorini'scher 421.
„ Verkalkung desselben 141.
„ Wrisbergi'scher 421.
„ zellen 136, 140.
Knospung 28.
Kopfplatte 622.
Körnchenzellen 40.
Körner der Körnchenschichte 202.
Körnerzellen 573.
Körper, Hassal'sche 305.
„ linsenförmige 577.
„ Wolff'scher 334, 464, 465, 480, 497.
Körperchen, Grandry'sche 238.
„ Herbst'sche 238.
„ Malpighi'sche der Milz 290, 309, 311.
„ „ der Nieren 436, 440, 444, 448.
„ „ der Urnieren 464.
„ Pacini'sche (Vater'sche) 165, 215, 230, 235, 419, 537.
Körperhöhlen, seröse 282.
Krystalllinse 586.

L.

Labdrüsen 369.
„ Zellen der 370.
Labia minora 505, 506.
„ majora 506.
Labium tympanicum 626.
Labyrinth 611.
Lactationsperiode 540.

Lamellensystem, Havers'sches 157, 158, 159, 172.
„ intermediäres 157.
Lamina cribrosa 551.
„ fusca 550.
„ reticularis 620, 623, 624.
„ spiralis 617.
„ suprachorioidea 550, 558.
Leber 396.
„ arterie 403.
„ inselchen 400.
„ kapsel 414.
„ Lymphgefässe der 416.
„ Nerven der 417.
„ Untersuchungsmethoden d. 397.
„ zellen 398, 402.
Lederhaut 129, 507.
Leptothrix buccalis 354.
Lider 604.
„ Blutgefässe der 608.
„ Lymphgefässe der 609.
„ Nerven der 609.
Lidmuskel, Müller'scher 605.
Lidrandmuskel 606.
Ligamentum arteriosum 256.
„ denticul. 214.
„ interlamellare 237.
„ labyrinthi canaliculorum 613.
„ „ sacculorum 613.
„ pectinatum 558, 566.
„ spirale 619.
Linea vitalis 509.
Linien, Schreger'sche 344.
Linsenfasern 587.
„ kapsel 586.
„ kern 588.
„ nähte 588.
Liquor folliculi 494.
Lufträume, terminale 424, 429.
Luftröhre 419, 422.
„ Blutgefässe der 423.
„ Lymphgefässe der 423.
„ Nerven der 423.
Luftwege, Muskulatur der 427.
Lungen 419, 423.
„ läppchen 424.
„ Lymphgefässe der 432.
„ Nerven der 432.
Lymphcapillaren 271, 274, 276, 284.
„ cysternen 273, 282.
„ drüsen 294.
„ follikel 290.
Lymphgefässe 271, 274, 284.
„ subseröse 387.
„ gefässstämme 271, 275, 276.
„ gefässsystem 271, 292.
„ herzen 279.
„ infiltration 293.
„ knoten 134, 294.
„ „ Blutgefässe 301.
„ „ Nerven 302.
„ „ Parenchym der 296.
„ räume, adventitielle 281.
„ säcke, subcutane 278.
„ sinus 273, 277, 288.

M.

Macula acustica 614.
„ lutea 581.
„ pellucida 495.
Magen 367.
„ Blutgefässe desselben 384.
„ Lymphgefässe „ 386.
„ Nerven „ 388.
„ Schleimhaut „ 368.
Mandelkern 198.
Mandeln 365.
Mark, das verlängerte 201.
„ haut 162.
„ höhle 152.
„ räume 152, 169, 171.
„ „ primordiale 168.
„ strahlen 439.
„ stränge 297.
„ zellen 42, 161.
Markscheide 92.
Matrix 515.
Melanocyten 41.
Membrana basilaris 619.
„ Bruchii 559.
„ Descemetii 557, 566.
„ eboris 346.
„ fenestrata 110.
„ flaccida 634.
„ granulosa 495.
„ hyaloidea 581, 586.
„ limitans olfactoria 639.
„ „ int. und extern. 581.
„ propria 112, 113, 327, 331.
„ Reissneri 618, 620.
„ serosa 129.
„ suprachorioidea 560.
„ tectoria 620, 625.
„ vestibularis 618.

Membran, Zinn'sche 564.
Menstrualperiode 501.
Mesenterium 129.
Mikropyle 488.
Milchdrüse 65, 538.
„ Blutgefässe derselben 543.
„ Lymphgefässe „ 543.
„ Nerven „ 543.
Milchkügelchen 540.
„ säckchen 539.
Milz 305.
„ äussere Kapsel der 306.
„ Lymphgefässe „ 313.
„ Nerven „ 313.
„ Reticulum „ 310.
„ Septensystem „ 306.
Milzbalken 307.
„ fasern 312.
„ pulpa 309.
Mittelscheibe, Hensen'sche 82.
Molekularbewegung, Brown'sche 19.
Monerula 27.
Mucin 389.
Mundhöhle 336.
„ Blutgefässe der 340.
„ Lymphgefässe „ 340.
„ Nerven „ 340.
„ Schleimdrüschen „ 338.
Musculus arrector pili 526.
„ ciliaris 562.
„ dilatator pupillae 565.
„ Horneri 611.
„ orbicul. oculi 606.
„ sphincter pupillae 565.
Muskeln, glatte 185.
„ „ Nerven derselben 186.
„ „ Blutgefässe ders. 186.
„ „ Lymphgefässe „ 186.
„ quergestreifte 180.
„ „ Blutgefässe ders. 184.
„ „ Nerven „ 185.
Muskelfasern 75.
„ glatte 75.
„ quergestreifte 77.
„ Primitivfibrillen der 79.
Muskelfaserbündel 181.
Muskelkerne 84.
„ kästchen 82.
„ „ Flüssigkeit 82.
„ körperchen 89.
„ prisma 82.
Myeloplaques 33.

N.

Nägel 515.
Nagelbett 515, 516.
Nagelfalz 515.
Nagelwall 515.
Narbengewebe 133.
Nebenhoden 463, 477.
Nebenniere 434, 459.
„ bindegeweb. Gerüste der 459.
„ Blutgefässe der 461.
„ Lymphgefässe der 462.
„ Nerven der 462.
„ Marksubst. der 459, 461.
„ Rindensubst. der 459.
„ zellig. Parenchym der 459, 460.
Nebenolive 201.
Nervenapparat 187.
Nerven, periphere 217.
„ Blutgefässe der 221.
„ Lymphbahnen der 221.
„ motorische 225.
„ sensitive 230.
„ endapparate 188, 226.
„ endigungen, periphere 225.
„ „ freie 230.
„ fasern 89.
„ „ Verlauf der 193.
„ „ marklose 97.
„ „ markhaltige 90, 91.
„ hüllen 129.
„ epithelien 62, 544.
„ knäuel, Gerber'sche 341.
„ mark 92.
„ netz, Gerlach'sches, 202, 204, 205, 211.
„ papillen 508.
„ plexus 220.
„ primitivfibrille 98.
„ schollen 227.
„ ringe 238.
„ wurzeln 217.
„ „ hintere 195.
„ „ vordere 198.
Nervus abducens 209.
„ accessor. 211.
„ acust. 210.
„ cil. long. und brev. 600.
„ cochleae 625.
„ facial. 210.
„ glossophar. 210.
„ hypogl. 211.
„ oculomot. 209.

Nervus olfact. 208.
„ opt. 208.
„ trigem. 209.
„ trochl. 209.
„ vagus 210.
Netz, das grosse 418.
Netze, elastische 109.
Netzhaut 567.
„ Bindesubst. der 580.
„ Ciliartheil der 583.
„ Gehirnschichte der 569.
„ Ganglienzellenschichte der 572.
„ innere Körnerschichte der 573.
„ Membrana limit. int. der 584.
„ moleculäre Schichte der 573.
„ Neuroepithelschichte 569.
„ Oedem der 583.
„ Pigmentmembran 579, 583, 584.
„ Radialzellenschichte der 584.
„ Sehnervenausbreitung 570.
„ Untersuchung der 568.
„ Zwischenkörnerschichte 574.
Neurilemma 95, 98, 104.
Neuroepithelien 544, 574, 615.
Neuroglia 196.
Nieren 434.
„ Bindegewebe der 446.
„ Blutgefässe der 447.
„ Grenzschichte der 439.
„ Lymphgefässe der 450.
„ Markpyramiden der 434.
„ Marksubstanz der 434.
„ Nerven der 451.
„ Rindensubstanz der 434.
„ becken 435, 451.
„ „ Muskeln desselben 452.
„ „ Blut- und Lymphgefässe desselben 453.
„ „ Nerven desselb. 453.
„ „ Schleimhaut desselb. 451.
„ kelche 435.
„ läppchen 440.
„ stroma 135, 447.
Nucleolus 10.
Nucleus 8.

O.

Oberhaut 507.
Odontoblasten 113, 346, 351.
Oedembildung 121.
Oekoid 51.
Ohrenschmalzdrüsen 533, 534, 635.
Ohrmuschel 635.
Oikoblasten 32.
Olive 201.
Opticusellipsoide 577.
Ora serrata 561, 582.
Orbicul. ciliar. 558, 561.
„ gangliosus 600.
Organ 5.
„ Corti'sches 616, 618, 620.
„ electrisches 228.
„ Rosenmüller'sches 497.
Osteoblasten 43, 113, 166, 168.
Ossification, enchondrale 166.
„ perichondrale 167.
Ossificationspuncte 166, 168.
Otolithen 615.
Ovula Nabothi 501.

P.

Pankreas 389, 392, 395.
Pannicul. adiposus 513.
Papillae 315.
„ circumvallatae 355.
„ conicae 355.
„ foliatae 352, 356.
„ filiform. 353.
„ fungiform. 354.
„ renales 434.
Papilla nervi optici 570.
Papillen, secundäre 353.
Paradidymis 465, 479.
Parenchymknorpel 147.
„ saft 284.
„ zellen 62.
Paroophoron 466, 497.
Parovarium 497.
Penis 463.
Pericardium 241, 243.
„ chondrium 129, 143.
„ chorioidealraum 599.
„ mysium 181.
„ neurium 96, 217.
„ ost 129, 160, 163, 214.
„ toneum 335.
Pfeiler 620.
Pflasterepithel 319.
Pflasterepithel, geschichtetes 320.
Phalangen, Deiters'sche 624.
Pharynxtonsille 365.
Pia mater 215.

Pigmentepithel 579.
Plaques, Peyer'sche 381, 382, 383.
Plasmazellen 122, 215, 252.
Platten, elastische 109.
Plexus choroidei 215.
„ intermediärer 228.
„ intramusculärer 228.
„ Meissner'scher 389.
„ myentericus 389.
„ Santorini 486.
Pleura 433.
Pleuroperitonealhöhle 464.
Plicae ciliares 562.
„ glossoepiglotticae 337.
Portio intermedia Wrisbergii 210.
Praeputium clitoridis 505.
Primärfollikel 492.
Primordialeier 491.
Processus ciliares 562.
„ reticulares 208.
Projectionssystem 199, 200.
Prostata 330, 482.
Protisten 34.
Protoblast 35.
Protoplasma 8.
„ fortsätze 102, 194.
Pulpafortsätze 346.
„ gewebe 309.
„ stränge 311.
Pyramiden, Ferrein'sche, 439.
„ fortsätze 439.
„ kern 201.
„ kreuzung 201.

Q.

Quermembran Krause's 81.

R.

Randzellencomplexe 391.
Rankenarterien 485.
Raphe 614.
Raum, epicerebraler 281.
„ epivaginaler 599.
„ intervaginaler 599.
„ perivascul. 281.
„ supravaginal. 599.
„ Tenon'scher 599.
Regio olfactoria 636.
„ respiratoria 636.
Reniculi 435.
Rete Malpighii, 513, 514, 515, 534, 538.
„ testis 470, 476.
Reticulum 134.
Richtungskörper 27.
Riechkolben 206.
Riesenzellen 33.
Riffzellen 60, 322, 514.
Rindenfollikel 296.
Ringmuskel, Müller'scher 593.
Röhrenknochen 154.
Rückenmark 188, 190.
„ Blutgefässe 216.
„ Hüllen desselben 213.
„ Lymphgefässe desselb. 217.

S.

Sacculus 613.
Saccus endolymphaticus 628.
Saftkanälchen 121, 287, 554.
Saftlücken 287, 554.
„ röhrchen 289.
„ strömung 19.
Samen 466.
„ bläschen 463, 466, 478.
„ cysten 475.
„ fäden 463, 467.
„ zellen, indifferente 473.
Sammelkanälchen 437.
„ röhrchen 441.
Sarcous elements 78, 79.
Sarkode 19.
Säulen Clarke'sche, 194.
Scala media 616.
„ tympani 617.
„ vestibuli 617.
Schaltstücke 393, 395, 437, 442.
„ haare 529.
Schamlippen, grosse 466.
Scheide 463, 504.
Schichte, Henle'sche, 525, 526.
„ Huxley'sche 525.
Schilddrüse 63, 420, 433.
Schlauchdrüsen 379.
Schleife, Henle'sche 436, 438, 439, 442.
Schleimdrüsen 369, 372, 421, 428.
Schleimhäute 129, 314.
Schleimspeicheldrüsen 390.
Schleimzellen 391.
Schlundkopf 364.
Schmelzhaut 350.

Schmelzkeim 348.
„ oberhäutchen 347.
„ organ 349.
„ prismen 347.
„ pulpa 349.
Schnecke 616.
Schneckengang 616.
Schnürringe 96.
Schwann'sche Scheide 95, 98, 99, 104, 190, 201, 206, 224, 226, 231, 232, 233, 237.
Schweissdrüsen 532.
„ gang 532, 533.
Schwellkörper 240, 259.
Sehapparat 545.
Sehnerv 545.
Sehnen 126, 182.
Sehnenfascikel 126, 128.
Sehnenspiegel 182.
Sehpurpur 576.
Seitenmembran 82.
Septula testis 470.
Septum linguae 359.
Sinnesapparate 544.
„ epithelien 544, 568.
„ werkzeuge 230.
Sinus der harten Hirnhaut 259.
„ renalis 435.
„ urogenitalis 456, 463, 466.
„ die venösen 240.
Sklera 549.
Skleralrinne 597.
Speciallamellen 157.
Speichelcapillaren 332.
Speicheldrüsen 389.
„ seröse, 390.
Speichelkörperchen. 43.
Speiseröhre 364.
„ Muskeln der 366.
„ äussere Faserhaut der 367.
„ Blutgef., Lymphgef., Nerven der 367.
Spermatoblasten 474.
Spiralkörper 626.
Stäbchen 574, 575.
„ Aussenglied 575.
„ Innenglied 575.
„ faser 574, 575.
„ korn 574.
„ organ 377.
Stabkranzstrahlung 199.
Stachelzellen 60.
Steissdrüse 270.
Stellulae Verheyenii 450.
Stigmata 248.
Strang, zarter (Burdach), 189.
Stratum corneum 513, 514.
„ glomerulosum 206.
„ lucidum 514.
„ choriocapillare 594.
Stria vasculosa 620.
Stütz- und Binde-Apparat des Körpers 118.
„ fasern, Müller'sche 572, 581, 582.
„ zellen 475, 623, 624.
Subdural- und Subarachnoidealraum 213.
Substantia gelatinosa Rolandi 190, 197.
Substanz, elastische 109, 197, 252.
„ graue 192, 198, 202.
Substanz, weisse 190, 198, 201, 202.
Sulcus tympanicus 633.
Sulze, Warthon'sche, 132.
Sympathisches Nervensystem 220, 223.
System 5.

T.

Taeniae coli 384.
Tarsaldrüsen 607.
Tarsus 604, 605.
Taschen, Morgagni'sche 420.
Tastkegel 238.
„ kolben 238.
„ körperchen 230, 231, 232, 537, 543, 610.
„ zellen 230, 231.
Telae choroideae 215.
Tenacula cutis 505.
„ tendinum 128.
Tendilemma 128.
Terminalfaser 236.
„ körperchen 230.
„ sinus 300.
Textura 3.
Theca folliculi 493.
Thränendrüse 610.
„ accessorische 608.
Thränennasengang 610.
„ röhrchen 610.
„ sack 610.

Thymus 302.
Trigonum vesicae 455.
Trommelfelltaschen 629.
Trommelhöhle 629.
Trommelfell 633.
Tuba Eustachii 629, 630.
Tubentonsille 632.
Tubuli recti 470, 471, 475.
„ contort. 436, 443, 470, 471, 472.
Tuba Fallopiae 463.
Tunica adiposa 447.
„ adventitia 241, 252, 259, 269, 277.
„ albuginea 129, 333, 446, 470, 490.
„ dartos 510.
„ intima 241, 246, 257, 268, 276, 447.
„ media 241, 250, 257, 267, 276.
„ muscul. extern. 373, 383.
„ muscul. mucosae 316, 373, 375.
„ propria 315, 336.
„ submucosa 315, 317, 376.
„ vasculosa 470.

U.

Uebergangsepithel 323, 451.
Ureter 451.
Urniere 454.
Urzeugung 26.
Uterus 463, 466, 499.
„ Blutgefässe desselb. 503.
„ Lymphgef. und Nerven desselb. 504.
„ Muskeln desselb. 502.
„ Schleimhaut desselben 499.
„ stratum vascul. desselb. 502.
Utriculus 613.
Utriculus prostaticus 465.

V.

Vacuolen 8.
Vagina 466.
Vas aberrans 411, 479, 480.
„ afferens 444, 445.
„ deferens 463, 465, 477.
„ efferens 244, 444, 477.
„ epididymidis 477.
„ inferens. 294.
„ prominens 620.
Vas spirale 619.
Vasa vasorum 241, 266.
Vasodentin 346.
Venae 239, 256, 311.
„ Brescheti 258.
„ Klappen der 259.
„ interlobul. 401, 450.
„ intralobul. 401.
„ pulmon. 431.
„ sublobul. 401, 403.
„ vorticosae 594, 596.
Verdauungsapparat 335.
„ kanal 335.
Verkalkungspunkte 168.
Vestibulum nasi 641.
„ vaginae 505.
Vorcapillaren 264.
Vorderhorn 190.
Vorhofsäckchen 612, 613.
Vorhofschleimhaut 505.
Vormauer 198.
„ Formation derselben 205.
Vorraum 369, 371.

W.

Wanderzellen 22, 40, 121, 125, 556, 559.
Wimperhaare 606.
Wirtelvenen 594, 596.
Wollustkörperchen 234.
Wundernetz 260.
Wurzelscheide 518.

Z.

Zahnbein 111, 119.
Zähne 341.
„ Entwicklung derselben 348.
Zahnfasern 345.
„ furche 348.
„ kanälchen 343.
„ kitt 341.
„ papille 349.
„ pulpa 341, 346.
„ „ Nerven der 346.
„ säckchen 350.
„ scheiden, Neumann'sche 345.
„ scherbchen 351.
„ schmelz 341, 347.
„ wälle 348.
Zapfen 574, 575, 576.

Zapfenfaser 574, 578.
„ „ kegel 578.
„ korn 574, 578.
Zelle 3, 4.
Zellen, adelomorphe 371.
„ centroacinäre 332.
„ Deiters'sche 197, 202, 206, 623.
„ delomorphe 370.
„ diplasmatische 8.
„ endotheliale 241.
„ lymphoide 36, 290.
„ monoplasmatische 8.
„ plattenförmige 13.
„ scheiben- oder linsenförmige 13.
„ verästigte oder sternförmige 13.
„ Bewegungserscheinungen d. 19.
„ Entstehung und Fortpflanzung der 25.
„ Form und Grösse der 12.
„ Lebensäusserungen der 18.
„ morphol. Eigenschaften der 7.
„ Stoffwechsel der 15.
„ vitale Eigenschaften der 14.
„ Wachsthum der 30.
Zellbildung, freie 26.
„ endogene 26.
Zellhülle 11.
„ kern 8, 9, 100.
„ körper 8.
„ leib 8.
Zellmembran 11.
„ theilung 26.
Zellenlehre, allgemeine 6.
Zellennester 224.
Zirbeldrüse 212.
Zona fasciculata 461.
„ glomerulosa 461.
„ pellucida 487.
„ pectinata 619, 623.
„ perforata 619.
„ radiata 488.
„ reticularis 461.
„ tecta 619.
Zonula ciliaris 589.
„ Zinnii 589.
Zooid 51.
Zotten 315.
„ raum, centraler 387.
Zunge 352.
„ Blutgefässe der 360.
„ Lymphgefässe der 361.
„ Muskulatur der 358.
„ Nerven der 361.
Zungenbalgdrüsen 352, 357.
„ papillen 352.
Zwillingspapillen 337.
Zwillingstastzellen 231.
Zwischensubstanz 3, 104, 113, 116, 120.

Satz-Berichtigungen:

Auf	Seite	23	Zeile	17	von	oben	lies:	Form- und	anstatt	Form und
„	„	28	„	5	„	unten	„	dieselben	„	dieselbe
„	„	29	„	4	„	oben	„	Schulze	„	Schultze
„	„	61	„	8	„	„	„	B′	„	B
„	„	103	„	1	„	„	„	Boll	„	Roll
„	„	129	„	16	„	unten	„	intermusculäre	„	intramusculäre
„	„	170	„	7	„	„	„	jeder	„	jede
„	„	176	„	7	„	„	„	anderenorts	„	andererorts
„	„	182	„	8	„	„	„	der	„	des
„	„	195	„	6	„	„	„	Faserbündel an;	„	Faserbündel, an
„	„	209	„	8	„	„	„	ihr	„	sein
„	„	357	„	2	„	„	„	dieselben	„	dieselbe
„	„	365	„	8	„	„	„	fehlen	„	fehlt
„	„	440	„	15	„	„	„	Fig. 84.	„	Fig. 81.
„	„	469	„	11	„	„	„	führe	„	führen.